สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของการลดความชื้นต่อความงอก ความแข็งแรงและการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา

EFFECTS OF DRYING ON GERMINATION, VIGOR AND SEED COAT CRACKING OF SOYBEAN [*Glycine max* (L.) Merr.] SEEDS DURING STORAGE

บุญสม พรหมสุวรรณ์

BOONSOM PROMSUWAN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 49629
วัน, เดือน, ปี 25 ก.พ. 2547

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชไร่

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974 - 324 - 642 - 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECTS OF DRYING ON GERMINATION, VIGOR AND SEED COAT CRACKING OF SOYBEAN [*Glycine max* (L.) Merr.] SEEDS DURING STORAGE

BOONSOM PROMSUWAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN AGRONOMY

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

ISBN 974 - 324 - 642 - 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	**ผลของการลดความชื้นต่อความงอก ความแข็งแรงและการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา**
นักศึกษา	**นายบุญสม พรหมสุวรรณ์**
รหัสประจำตัว	42066103
ปริญญา	**วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต**
สาขาวิชา	**พืชไร่**
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	**รศ.ดร. อารมย์ ศรีพิจิตต์**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของการลดความชื้นที่มีต่อความงอก ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์และการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ก่อนและภายหลังการเก็บรักษา และศึกษาวิธีการลดความชื้นที่เหมาะสมสำหรับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา แบ่งเมล็ดพันธุ์แต่ละพันธุ์ที่ยังไม่ได้นวดออกเป็น 3 ส่วนๆ ละเท่าๆ กันโดยน้ำหนัก นำแต่ละส่วนมาลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มจนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นลดลงเหลือประมาณ 15% จึงนวดเมล็ดพันธุ์ด้วยมือและลดความชื้นต่อไปจนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นลดลงต่ำกว่า 10% ทำการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การรั่วไหลและการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์และรอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดก่อนและภายหลังการเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่าภายหลังการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ สจ.5 ให้คุณภาพสูงกว่าและทั้งมีการรั่วไหลและการดูดน้ำต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ ชม.60 การลดความชื้นทั้ง 3 วิธี ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างกันในความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ แต่การลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงและแสดงการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ออกมาให้เห็นในด้านการแปลี่ยนแปลงในสัดส่วนของ TZ และการรั่วไหลที่เพิ่มขึ้นเร็วกว่าวิธีการลดความชื้นอีก 2 วิธี นอกจากนี้การลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ มีแนวโน้มที่จะทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดเกิดการแตกร้าวมากกว่าอีกด้วย ภายหลังการเก็บรักษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ การรั่วไหลและการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ สจ.5 ก็ยังเป็นไปในลักษณะคล้ายคลึงกับก่อนการเก็บรักษา การลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ ชม.60 ลดลง และมีการเสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ การรั่วไหลและการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์กันทั้งก่อนและหลังการเก็บรักษา ผลการทดลองนี้ให้ข้อเสนอแนะว่าการที่จะประสบความสำเร็จในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับการใช้เมล็ดพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีทั้งคุณภาพดีและมีความต้านทานต่อสภาพอากาศ เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ให้เร็วที่สุดภายหลังการสุก แก่ทางสรีรวิทยาและลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนหรือด้วยลมในที่ร่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Effects of Drying on Germination, Vigor and Seed Coat Cracking of Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] Seeds During Storage
Student	Mr. Boonsom Promsuwan
Student ID	42066103
Degree	Master of science
Programme	Agronomy
Year	2003
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Arom Sripichitt

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the effects of drying on seed germination, vigor and seed coat cracking of seed of 2 soybean cultivars before and after storage and to study the appropriate drying for soybean seeds harvested at physiological maturity. Unthreshed seeds of each cultivar were divided into three equal part by weight. Each part was dried under sunlight, hot air oven and shade with air until the seed moisture was declined to about 15%. The seeds were then threshed by hands and further dried until the seed moisture was reduced below 10%. The seeds were tested for quality, seed leakage and imbibition and seed coat cracking before and after storage. The results revealed that seed of cv. SJ5 after drying showed higher seed quality and lower in both seed leakage and imbibition than cv. CM60. The three drying methods caused no difference in germination and viability of seed. But sun drying caused reduction in seed vigor and showed seed deterioration in terms of changing in the proportion of TZ and rapidly increasing in seed leakage more than the other two drying methods. In addition, sun drying had tendency to cause more seed coat cracking also. Following 180 days of storage seed quality, leakage and imbibition of cv. SJ5 occurred in similar to of those before storage. Sun drying resulted in reduced seed quality especially cv. CM60 and more rapid seed deterioration. There was correlation of seed quality, leakage and imbibition both before and after storage. The results suggests that success in seed storage depends on use of the cultivar with both good quality and resistant to weather condition, harvesting seeds as soon as after physiological maturity and reducing seed moisture with hot air oven or shade with air.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณท่าน รศ. ดร. อารมย์ ศรีพิจิตต์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ สั่งสอน และจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับงานวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จและสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ และ ผศ. ดร. ทรงยศ ตันพิพัฒน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิประสาทความรู้ในด้านต่างๆ รวมทั้งให้แนวคิดและให้คำแนะนำปรึกษาเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณจริชาติ โครตดงเค็ง คุณรัฐ เกาวนันทน์ และคุณศุภลักษณ์ ปานรัศมี สำหรับคำแนะนำด้านเทคนิคในการทดลองที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ขอบคุณเพื่อน พี่ และน้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ ตลอดไปจนถึงทุกๆท่านที่มีส่วนร่วมทำให้งานวิจัยครั้งนี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณสมหมาย พรหมสุวรรณ์ (พี่) ที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพัธนา – คุณสาลี่ พรหมสุวรรณ์ (พ่อ–แม่) ที่ให้ทุกๆ อย่าง อันเป็นที่มาแห่งความสำเร็จของข้าพเจ้าในวันนี้ และรวมทั้งเป็นแรงใจผลักดันจนทำให้สำเร็จการศึกษาได้

บุญสม พรหมสุวรรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		III
กิตติกรรมประกาศ		IV
สารบัญ		V
สารบัญตาราง		VII
สารบัญภาพ		X
บทที่ 1 บทนำ		1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
	1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		3
	2.1 คุณภาพของเมล็ดในระหว่างการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์	3
	2.2 การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์	4
	2.3 ผลของการลดความชื้นต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์	5
	2.4 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์	7
	2.5 การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์	9
	2.6 การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์	13
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ		15
	3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	15
	3.2 การผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง	16
	3.3 สถานที่การดำเนินงาน	16
	3.4 ระยะเวลาการดำเนินงาน	16
	3.5 วิธีการดำเนินงาน	16
	3.6 วิธีการทดลอง	18
	3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	20
	3.8 การบันทึกข้อมูล	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	21
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	49
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	53
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก	64
ประวัติผู้เขียน	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลของการเก็บเกี่ยวต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นและสีเยื่อหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง 2 พันธุ์	21
4.2	ผลของวิธีการลดความชื้นต่อความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองก่อนการเก็บรักษา.....	23
4.3	ผลของพันธุ์ วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 180 วัน.....	24
4.4	ผลของพันธุ์ วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อลักษณะการติดสี TZ ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง.....	28
4.5	ผลของวิธีการลดความชื้นต่อความเร็วในการงอกและความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองก่อนการเก็บรักษา.....	30
4.6	ผลของพันธุ์ วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความเร็วในการงอกและความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 180 วัน.....	31
4.7	ผลของวิธีการลดความชื้น ต่อค่าการนำไฟฟ้าและการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองก่อนการเก็บรักษา.....	35
4.8	ผลของพันธุ์ วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าการนำไฟฟ้าและการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 180 วัน.....	36
4.9	ผลของวิธีการลดความชื้นต่อรอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง.....	42
4.10	ค่าสหสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มก่อนการเก็บรักษา (GER = ความงอก, TZ = ความมีชีวิต, Speed = ความเร็วในการงอก, Field = ความงอกในไร่, EC = การรั่วไหล และ IM = การดูดน้ำ).....	44
4.11	ค่าสหสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ภายหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน (GER = ความงอก, TZ = ความมีชีวิต, Speed = ความเร็วในการงอก, Field = ความงอกในไร่, EC = การรั่วไหล และ IM = การดูดน้ำ).....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.12	ค่าสหสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ภายหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 120 วัน (GER = ความงอก, TZ = ความมีชีวิต, Speed = ความเร็วในการงอก, Field = ความงอกในไร่, EC = การรั่วไหล และ IM = การดูดน้ำ).....	46
4.13	ค่าสหสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ภายหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 180 วัน (GER = ความงอก, TZ = ความมีชีวิต, Speed = ความเร็วในการงอก, Field = ความงอกในไร่, EC = การรั่วไหล และ IM = การดูดน้ำ).....	47
1	อุณหภูมิต่ำสุด – สูงสุด และความชื้นสัมพัทธ์ ในระหว่างการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์	66
2	อุณหภูมิต่ำสุด – สูงสุด และความชื้นสัมพัทธ์ ในระหว่างการลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อน.....	66
3	อุณหภูมิต่ำสุด – สูงสุด และความชื้นสัมพัทธ์ ในระหว่างการลดความชื้นด้วยลมในที่ร่ม.....	67
4	ผลของพันธุ์ถั่วเหลือง วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์.....	68
5	ผลของพันธุ์ถั่วเหลือง วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความเร็วในการงอกและความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์.....	69
6	ผลของพันธุ์ถั่วเหลือง วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าการนำไฟฟ้าและการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์.....	70
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มในระหว่างการเก็บรักษา.....	71
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มในระหว่างการเก็บรักษา.....	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มในระหว่างการเก็บรักษา	72
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มในระหว่างการเก็บรักษา.....	72
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มในระหว่างการเก็บรักษา.....	73
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มในระหว่างการเก็บรักษา.....	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	การเปลี่ยนแปลงระดับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 (a) และพันธุ์ ชม. 60 (b) ที่เก็บเกี่ยวในระยะ PM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (●) ตู้อบลมร้อน (▲) และลมในที่ร่ม (■).....	22
4.2	ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (O, ●) ตู้อบลมร้อน (Δ, ▲) และลมในที่ร่ม (□, ■) ที่อายุการเก็บรักษา 0, 60, 120 และ 180 วัน.....	25
4.3	ลักษณะการติดสี (TZ1-TZ8) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม.....	26
4.4	ความเร็วในงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (O, ●) ตู้อบลมร้อน (Δ, ▲) และลมในที่ร่ม (□, ■) ที่อายุการเก็บรักษา 0, 60, 120 และ 180 วัน.....	32
4.5	ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (O, ●) ตู้อบลมร้อน (Δ, ▲) และลมในที่ร่ม (□, ■) ที่อายุการเก็บรักษา 0, 60, 120 และ 180 วัน.....	33
4.6	ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (O, ●) ตู้อบลมร้อน (Δ, ▲) และลมในที่ร่ม (□, ■) ที่อายุการเก็บรักษา 0, 60, 120 และ 180 วัน.....	37
4.7	การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (O, ●) ตู้อบลมร้อน (Δ, ▲) และลมในที่ร่ม (□, ■) ที่อายุการเก็บรักษา 0, 60, 120 และ 180 วัน.....	40
4.8	ลักษณะรอยแตกร้าวของเนื้อเยื่อพื้นผิวของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ และตู้อบลมร้อน.....	43
1	ปริมาณน้ำฝน (มม. ; □) อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด (^{o}ซ ; Δ) และต่ำสุด (^{o}ซ ; O) ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน 2544 ที่แปลงเกษตรกร ต. ทุ่งนางาม อ. ลานสัก จ. อุทัยธานี.....	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ถั่วเหลือง [*Glycine max* (L.) Merr.] เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมากพืชหนึ่งของโลก โดยพิจารณาจากปริมาณการผลิตและการค้าระหว่างประเทศ ถั่วเหลืองประกอบด้วยโปรตีนประมาณ 38% น้ำมันประมาณ 18% ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ถั่วเหลืองถูกนำมาใช้ประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านอุตสาหกรรมอาหารกันอย่างกว้างขวาง (อภิพรรณ พุกภักดี. 2528) เช่น เต้าเจี้ยว เต้าหู้ และนมถั่วเหลือง (ลิลลี่ กาวิตั๊ะ. 2537) ผลผลิตของถั่วเหลืองโลกได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรม เช่น อาหารสัตว์ และน้ำมันเพื่อการบริโภคเป็นต้น

เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้ว การผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในเขตร้อนมีน้อย นอกจากนี้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ได้รับก็ยังต่ำกว่าอยู่มาก (FAO. 1976) เนื่องมาจากลักษณะของลมฟ้าอากาศที่มีฝนตกบ่อยสลับกับอากาศร้อนซึ่งมักจะเกิดขึ้นภายหลังการสุกแก่ก่อนเก็บเกี่ยว (postmaturation preharvest period) สภาพเช่นนี้ไม่เอื้ออำนวยต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพสูง และไม่เอื้ออำนวยต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ในการเก็บรักษา (Delouche *et al.* 1973)

ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะค่อยๆเพิ่มขึ้นและเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อเมล็ดพันธุ์มีการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity, PM) ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด (Tekrony *et al.* 1980) หลังจากระยะนี้ไปแล้วการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก็จะเริ่มขึ้น ส่วนจะเกิดขึ้นเร็วหรือช้าเพียงใดขึ้นอยู่กับความผันแปรของสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ (Paschal and Eills. 1978) Kueneman (1982) รายงานว่า การผลิตเมล็ดพันธุ์ในช่วงที่มีอากาศร้อนและความชื้นในอากาศสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างการสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยวมีผลทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Delouche (1980) ที่พบว่า การที่มีฝนตกบ่อยๆ สลับกับอากาศร้อนในระหว่างการสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยว มีผลทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้สภาพอากาศดังกล่าวยังเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา จึงช่วยส่งเสริมเมล็ดพันธุ์ให้เสื่อมคุณภาพเร็วขึ้นไปอีก (Ndimande *et al.* 1981) ดังนั้น การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการสุกแก่ทางสรีรวิทยาในเขตร้อนจึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ตราบใดที่การผลิตถั่วเหลืองในเขตร้อนยังต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก จึงเป็นการยากที่จะหลบหลีกสภาพอากาศดังกล่าวซึ่งไม่อาจคาดหมายได้ ทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยทั่วไปที่ผลิตในเขตร้อนจึงต่ำ

ดังนั้นการเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อที่จะใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ ควรเก็บเกี่ยวเมล็ดในระยะ PM เพื่อหลีกเลี่ยงจากสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมดังกล่าว และยังเป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในระยะ PM นี้ยังมีความชื้นสูงอยู่มาก จึงจำเป็นต้องมีการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ให้เร็วที่สุด โดยใช้วิธีการลดความชื้นต่างๆ เช่น การลดความชื้นด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ การใช้ลมร้อน การใช้พัดลมธรรมดา การใช้สารดูดความชื้นและการทำให้อากาศแห้ง (Justice and Bass. 1979)

การลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์เป็นวิธีการที่ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพเมื่อปฏิบัติในฤดูฝน ทำให้ต้องใช้เวลานานกว่าที่ความชื้นเมล็ดจะลดลงอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษา นอกจากนี้ในบางครั้งอุณหภูมิของอากาศอาจสูงกว่า 45 ^{o}ซ ทำให้ความชื้นเมล็ดลดลงรวดเร็วเกินไปจนอาจเกิดการแตกร้าวของเนื้อเยื่อ (Harrington. 1972) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์สูญเสียไปก่อนทำการเก็บรักษา (Harrington. 1973) การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยลมร้อนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง โดยต้องมีการใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการลดความชื้นให้เหมาะสม อุณหภูมิที่แนะนำให้ใช้ประมาณ 32-43 ^{o}ซ (Scott and Aldrich. 1970) นอกจากนี้การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยลมในที่ร่มก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ ถึงแม้ว่าใช้เวลานานกว่าการอบลมร้อนก็ตาม

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาถึงผลของการลดความชื้นที่มีต่อความงอก ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์และการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ก่อนและหลังการเก็บรักษา

1.2.2 เพื่อศึกษาวิธีการลดความชื้นที่เหมาะสม สำหรับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา

1.3. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เกษตรกรเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองได้เร็วขึ้น เพราะสามารถลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ได้โดยไม่ต้องอาศัยแสงอาทิตย์

1.3.2 สามารถลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาในสภาพธรรมดา โดยที่เมล็ดพันธุ์ยังคงมีความงอกและความแข็งแรงสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณภาพของเมล็ดในระหว่างการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์

การพัฒนาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะเริ่มตั้งแต่ระยะที่มีการปฏิสนธิเกิดขึ้น ภายหลังการออกดอกประมาณ 25-35 วัน เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และดำเนินเรื่อยไปจนกระทั่งถึงจุดที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุดหลังดอกบานประมาณ 60-65 วัน หลังจากนั้นน้ำหนักแห้งจะคงที่หรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ในระหว่างช่วงเวลาที่เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งอย่างรวดเร็วนี้ ความชื้นในเมล็ดจะลดลงอย่างช้าๆ จนเหลือประมาณ 40-50% ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด เรียกระยะนี้ว่า ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา เมื่อระยะ PM มาถึงฝักอาจมีสีเขียวปรากฏอยู่เล็กน้อย เมล็ดจะหดตัวจากผนังฝักและมีสีเขียวปนกับสีเหลือง ในระยะนี้เนื้อเยื่อที่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองนั้นเริ่มจากบริเวณส่วนของ Hypocotyl และ Radicle ก่อนส่วนอื่นๆ หรือสุกแก่ก่อนน้ำหนักแห้งของเมล็ดจะขึ้นสูงสุด ดังรายงานของ อารมย์ ศรีพิจิตต์ (2537) พบว่า ในระยะก่อนที่น้ำหนักแห้งของเมล็ดจะเริ่มสูงสุดสีของฝักและเมล็ดจะเป็นสีเขียว ซึ่งในระยะนี้น้ำหนักแห้งของเมล็ดเริ่มสูงสุดเป็นครั้งแรก และพบว่าฝักเริ่มมีสีเหลืองเกิดขึ้น เมล็ดจะเริ่มหดตัวจากผนังฝักและปรากฏสีเหลือง แสดงว่าเมื่อการสุกแก่ของเมล็ดเข้าใกล้ระยะ PM สีเขียวจะค่อยๆ จางหายไปในขณะเดียวกันสีเหลืองก็จะเข้ามาแทนที่ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Tekrony *et al.* (1979) ที่พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองที่อยู่ในระยะแรกของ PM สีของฝักและเมล็ดยังคงมีสีเขียวปนกับสีเหลือง นอกจากนี้พบว่าระยะ PM ที่สมบูรณ์นั้น คือ ระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด ฝักและเมล็ดจะมีสีเหลืองเพียงอย่างเดียว

เมล็ดที่อยู่ในระยะ PM จะมีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด แต่โดยปกติแล้วเกษตรกรจะไม่ทำการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระยะนี้ เนื่องจากเมล็ดมีความชื้นสูงเกินไป (Tekrony *et al.* 1979) จึงต้องทิ้งให้เมล็ดอยู่กับต้นแม่ จนกระทั่งความชื้นของเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 14% ระยะนี้เรียกว่าระยะการสุกแก่ที่เก็บเกี่ยวได้ (harvest maturity, HM) ระยะสุกแก่จาก PM ถึง HM อาจใช้ระยะเวลายาวนานถึง 3 อาทิตย์ (Tekrony *et al.* 1980) ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว หากเกิดสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม เช่น อากาศร้อนชื้น ฝนตกบ่อยๆ มีผลทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง หรือเสื่อมลงอย่างรวดเร็ว (Delouche. 1980 ; Tekrony *et al.* 1980) เพื่อหลีกเลี่ยงสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมจึงควรทำการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ระยะ PM (อารมย์ ศรีพิจิตต์. 2537) ธนีนาฎ สมบัตศิริ และคณะ (2521) และ อนงค์ รัตนอุบล (2531) พบว่า ถั่วเหลืองที่ถูกฝนขณะเก็บเกี่ยวแม้เพียงครั้งเดียวจะมีผลต่อความงอกทันที Delouche (1975) พบว่า การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในระยะ PM ทำได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากเมล็ดยังมีความชื้นสูงอยู่ หากเก็บเกี่ยวมาแล้วจะต้องทำการตากหรืออบเมล็ดโดยทันทีเพื่อให้เมล็ดมีความชื้นอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษา

2.2 การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ คือ น้ำที่มีอยู่อย่างอิสระภายในเมล็ดพันธุ์ อาจอยู่ในช่องว่างหรือเคลือบโมเลกุลของสารต่างๆ ในเมล็ด โดยไม่รวมน้ำที่เป็นส่วนประกอบของสารเคมีในเมล็ด น้ำที่เป็นความชื้นของเมล็ดมีผลอย่างมากต่อคุณภาพการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (วัลลภ. 2538) การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในระยะ PM ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด แต่เมล็ดพันธุ์ยังคงมีความชื้นในระดับสูงเกินกว่าที่จะเก็บรักษาไว้ได้อย่างปลอดภัย ทั้งนี้เพราะเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงจะเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความชื้นของเมล็ดพันธุ์มีผลต่อขบวนการหายใจและการสลายตัวของสารอาหารที่สะสมในเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้นระหว่าง 13-18% ขึ้นไปมีอัตราการหายใจสูงทำให้เกิดการสะสมความร้อน อาจมีเชื้อจุลินทรีย์ และแมลงเข้าทำลายทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว (วัลลภ. 2538) ดังนั้นการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ให้เร็วที่สุดหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นเรื่องจำเป็น เพราะการลดความชื้นจะช่วยป้องกันความเสียหายจากการสะสมความร้อนและจุลินทรีย์ ช่วยรักษาความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ให้อยู่ในระดับที่สูง เกษตรกรมีผลผลิตสำหรับบริโภคและขายเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ เพราะสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ได้นาน (วันชัย จันประเสริฐ. 2542) อย่างไรก็ตามการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ให้แห้งเกินไปอาจทำให้เมล็ดพันธุ์ได้รับความเสียหายได้ง่ายจากการใช้เครื่องจักรขณะเก็บเกี่ยว นวด กะเทาะหรือปรับสภาพ เช่น เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้น 8% มีความงอกและความแข็งแรงต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ระดับความชื้น 10, 12 และ 14% (สวัสดิ์ หาญปราบ และคณะ. 2535) กองขยายพันธุ์พืช (2527) แนะนำว่าในการปรับสภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไม่ควรลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำกว่า 10% Thongteera (1985) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ลดความชื้นให้เหลือ 9-10% แล้วนำไปปรับสภาพจะทำให้ความงอกลดลงจาก 93% เหลือเพียง 57% Nangju *et al.* (1980) รายงานว่า ในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูง ไม่ควรใช้อุณหภูมิสูงกว่า 50°ซ ไม่เช่นนั้นความงอกของเมล็ดพันธุ์จะลดลงอย่างรวดเร็ว

การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 วิธี คือ การลดด้วยวิธีธรรมชาติ (natural drying) และการใช้เครื่องอบ (artificial drying) (อารมย์ ศรีพิจิตต์. 2524)

1. การลดความชื้นด้วยวิธีธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์ในปัจจุบันก็ยังนิยมใช้กัน เพราะเป็นการใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์และลมธรรมชาติ โดยไม่ต้องลงทุนอะไรเลย แต่ก็มีข้อเสียหลายประการ เช่น อุณหภูมิสูงเกินไป บางครั้งอาจสูงถึง 70°ซ ทำให้เมล็ดแตกร้าวได้ อัตราการแห้งของเมล็ดไม่คงที่และไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การลดความชื้นโดยใช้เครื่องอบ เป็นการอบเมล็ดให้แห้งโดยไม่อาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์ แต่ได้ความร้อนจากเครื่องยนต์และอาศัยแรงลมจากพัดลมเป็นตัวช่วยพาความร้อนไปยังเมล็ดที่จะทำการลดความชื้น วิธีนี้นับว่ามีประสิทธิภาพดีที่สุด เพราะสามารถควบคุมอุณหภูมิที่ใช้อบเมล็ดได้ และสามารถอบเมล็ดได้เป็นจำนวนมาก แต่มีราคาแพง

ปัจจัยสำคัญที่สุดที่ควรระลึกถึงในการลดความชื้นโดยการตากหรืออบเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529) มีดังนี้

1. ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์นั้นต้องทราบว่าเมล็ดพันธุ์มีความชื้นมากน้อยเท่าไร ทั้งนี้ก็เพื่อปรับอุณหภูมิที่จะใช้ให้เหมาะสม ถ้าเมล็ดพันธุ์มีความชื้นสูงและนำไปลดความชื้นที่อุณหภูมิสูงๆ ทันที เมล็ดจะได้รับความเสียหาย

2. อุณหภูมิที่ใช้ลดความชื้น โดยปกติอุณหภูมิที่ใช้ลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ไม่ควรเกิน 43 ^{o}ซ ถ้าอุณหภูมิสูงไปกว่านี้เมล็ดอาจได้รับอันตราย เช่น รากอ่อนแตก ทำให้ต้นกล้างอกผิดปกติ (abnomal seedling) หรือบางครั้งเมล็ดอาจตายได้

3. ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะเป็นตัวกำหนดความชื้นภายในเมล็ด จึงมีความสำคัญต่อความมีชีวิตของเมล็ดและระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากเมล็ดจะรับหรือถ่ายเทความชื้นกับบรรยากาศจนกว่าความดันไอน้ำภายในเมล็ดเท่ากับแรงดันไอน้ำรอบๆ เมล็ด ฉะนั้นในการลดความชื้นของเมล็ดนั้น บรรยากาศรอบๆ กองเมล็ดควรมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำไม่ควรเกิน 60% มิฉะนั้นการลดความชื้นจะไม่ได้ผล

2.3 ผลของการลดความชื้นต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

2.3.1 การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยแสงอาทิตย์ โดยทั่วไปการทำให้เมล็ดแห้งด้วยแสงอาทิตย์ก่อนเก็บรักษา เป็นวิธีที่ปฏิบัติกันในเขตร้อน อย่างไรก็ตามวิธีนี้ไม่สามารถปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพในฤดูฝนหรือในสภาพอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง นอกจากนี้วันใดที่มีอากาศร้อนอาจจะทำให้อุณหภูมิสูงกว่า 45^{o}ซ ซึ่งทำให้ความชื้นเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็ว จนอาจเกิดการแตกร้าวของเมล็ด เนื่องจากเนื้อเยื่อบริเวณใกล้ผิวภายนอกของเมล็ดหดตัวอย่างรวดเร็ว ในขณะที่เนื้อเยื่อส่วนที่อยู่ลึกลงไปยังชื้นอยู่ (Harrington. 1972) สภาพเช่นนี้อาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอก และความแข็งแรงไปก่อนที่จะทำการเก็บรักษา (Harrington. 1973) อารมย์ ศรีพิจิตต์ (2544) พบว่า การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ระยะ PM ด้วยแสงอาทิตย์ มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดมีอัตราเพิ่มขึ้นภายหลังการเก็บรักษาได้ 120 วัน Hor (1976) และ Thomson (1979) พบว่า การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์โดยการอบด้วยเครื่อง และโดยการตากด้วยแสงอาทิตย์นั้นไม่ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในระยะสั้น แต่ในระยะยาวเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์จะมีความงอกต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นด้วยเครื่องอบ Shephard *et al.* (1996) พบว่า การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่าง

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(*Sorghum biocolor* (L.) Moench) ด้วยแสงอาทิตย์ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ความชื้นลดลงอย่างช้าๆ ในที่ร่มมาก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hor (1976) ที่พบว่าความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) ที่ลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ต่ำกว่าความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ทำให้แห้งลงอย่างช้าๆ ภายใต้ห้องปรับอากาศ (22°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 50%)

2.3.2 การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยตู้อบลมร้อน การอบเมล็ดพันธุ์ด้วยลมร้อน เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพแต่ก็ต้องปฏิบัติด้วยความระมัดระวัง เพราะในระหว่างการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์อาจได้รับความเสียหายจากความร้อนหรือความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำเกินไป เมล็ดพันธุ์อาจเกิดรอยแตกร้าวเนื่องจากอุณหภูมิสูงเกินไป หรือเมล็ดแห้งเร็วเกินไป (Foster. 1973) และยังทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอกและความแข็งแรงอีกด้วย (McDonald and Copeland. 1997) การแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดและใบเลี้ยงจะสัมพันธ์อย่างยิ่งกับความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นเริ่มต้นของเมล็ด ในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดจะเกิดง่ายกว่าการแตกร้าวของใบเลี้ยง White *et al.* (1976) พบว่า การแตกร้าวของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะเกิดขึ้นเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำกว่า 50% ถ้าให้เมล็ดพันธุ์ได้รับความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 50% และอุณหภูมิไม่สูงเกินไป เยื่อหุ้มเมล็ดจะปลอดภัยจากการแตกร้าว แต่สำหรับใบเลี้ยงการแตกร้าวจะเริ่มเกิดเมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 35% และจะเกิดมากขึ้นหากความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดสูง การตอบสนองของการแตกร้าวที่ใบเลี้ยงต่อความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดนี้จะเป็นไปในทางตรงกันข้ามกับการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด เพราะเยื่อหุ้มของเมล็ดที่มีความชื้นต่ำจะเสียหายมากกว่าเมล็ดที่มีความชื้นสูง นักวิทยาศาสตร์หลายท่านแนะนำให้ใช้อุณหภูมิ 32-43 °ซ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านเมล็ดประมาณ 40-50% ในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ (Scott and Aldrich. 1970 ; Franca Neto *et al.*1994) White *et al.* (1976) รายงานว่า การอบเมล็ดถั่วเหลืองด้วยอุณหภูมิสูง 57 และ 74 °ซ (ความชื้นเมล็ดไม่เกิน 17%) จะทำให้เกิดเมล็ดแตกร้าวสูงถึง 75-85% และความงอกลดลงจากเดิม 50-100% ขณะที่การอบที่อุณหภูมิ 24 และ 41°ซ มีผลเพียงเล็กน้อยต่อความงอกและแตกร้าวของเมล็ด Ghaly and Sutherland (1983) รายงานว่า การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งมีความชื้น 14, 16 และ 18% ที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 4 ชั่วโมง พบว่าความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้น 18 % ลดลงมากที่สุด แต่เมื่อลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 40-55 °ซ ในระยะเวลาเดียวกัน คุณภาพเมล็ดพันธุ์ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ Seyedin *et al.* (1984) พบว่า การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่มีความชื้นสูงกว่า 40% ที่อุณหภูมิ 50 °ซ ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิ 35 °ซ Brown *et al.* (1979) พบว่า การอบเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้นเริ่มต้น 20-30% ด้วยอุณหภูมิไม่เกิน 60% จะไม่กระทบกระเทือนต่อความมีชีวิตของเมล็ด แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 60 °ซ จะทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลดลงอย่างรวดเร็ว สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงควรใช้อุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยลมในที่ร่ม การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์อย่างช้าๆ ด้วยลมในที่ร่มจนกระทั่งสมดุลกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อาจเป็นวิธีการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่ง Adams and Rinne (1981) พบว่า การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้งฝักซึ่งเก็บเกี่ยวเมื่อฝักมีอายุได้ 30 วัน หลังออกดอกในที่ร่มเป็นระยะเวลา 3 อาทิตย์ เมล็ดพันธุ์จะมีความงอกสูงถึง 86% Adams *et al.* (1983) เปรียบเทียบความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการลดความชื้นในที่ร่มนาน 21 วัน พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ลดความชื้นทั้งฝักกับเมล็ดที่นวดแล้วนั้น ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ทำให้แห้งอย่างช้าๆ ทั้งฝักมีความงอกสูงถึง 93% ในขณะที่ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่นวดซึ่งความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วจะสูงเพียง 54% ในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ PM และลดความชื้นโดยไม่มีการนวดด้วยการผึ่งลมในที่ร่มไม่มีผลเสียใดๆ ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (อารมย์ ศรีพิจิตต์. 2544) การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่นวดด้วยมือโดยใช้อุณหภูมิต่ำ (ไม่เกิน 38 ^{o}ซ) จะช่วยรักษาความงอกไว้ได้ 12 เดือน หลังเก็บรักษา (Overhults *et al.* 1973) นอกจากนี้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นอย่างช้าๆ นี้ยังอยู่ในระดับเดียวกับความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ปล่อยให้แห้งและสุกแก่กับต้นแม่อีกด้วย การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ในที่ร่มอาจทำให้เร็วขึ้นได้ด้วยการใช้พัดลมช่วย การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์จะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นไปอีก ถ้าการลดความชื้นกระทำในฤดูที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

2.4 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีชีวิตยาวนาน ควรใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกและความแข็งแรงสูง โดยการเก็บเกี่ยวในระยะเวลาและด้วยวิธีการที่เหมาะสม นอกจากนี้เมล็ดพันธุ์ต้องผ่านการนวด การทำความสะอาดเบื้องต้น การตากหรืออบให้แห้ง ทำการคัดแยกและทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการปรับสภาพแล้วจะเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ เหมาะแก่การเก็บรักษา (Delouche. 1968) นอกจากนี้ประวัติความเป็นมาของเมล็ดพันธุ์ เริ่มตั้งแต่ชนิดและพันธุ์ที่ปลูก การดูแลในระหว่างปลูก การเก็บเกี่ยว การอบ การตาก การคัดแยกทำความสะอาด บรรจุหีบห่อ และวิธีการเก็บรักษา ล้วนมีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2523) ความแตกต่างในกระบวนการต่างๆ เหล่านี้มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์พืชในแต่ละกอง (lot) มีคุณภาพต่างกัน สิ่งเหล่านี้เป็นตัวบ่งชี้ว่า เมล็ดนั้นจะเก็บรักษาไว้ได้นานเพียงใด (Delouche and Baskin. 1973)

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูง กิจกรรมต่างๆ ภายในเมล็ดเกิดขึ้นมากกว่าปกติ เช่น อัตราการหายใจสูง เกิดความร้อนสูง โรคและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย (Hobbs and Obendorf. 1972 ; Delouche.1974 ; Halder and Gupta. 1980) การเก็บเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงนอกจากจะให้ความงอกลดลงเร็วกว่าปกติแล้ว ยังทำให้เกิดสารพิษที่เป็นอันตรายแก่คนและเมล็ดยังสูญเสียน้ำหนักอีกด้วย (Christensen and Kaufman. 1969)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดพันธุ์ที่จะเก็บรักษาไว้ได้นานควรมีความชื้นเมล็ดต่ำ โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์พืชที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบอยู่เป็นส่วนใหญ่ ควรจะลดความชื้นให้เหลือประมาณ 8-9% เพราะเมล็ดที่มีความชื้นสูงจะมีอัตราการหายใจสูง มีการสะสมความร้อนและความชื้น จนอาจถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ได้ (จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2521) Delouche (1974) พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 9.4% เมื่อนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 °ซ จะเก็บไว้ได้นานถึง 10 ปี โดยที่ความงอกไม่ลดลงแต่เมื่อนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 °ซ จะเก็บได้นาน 5 ปี หากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 °ซ จะเก็บได้นานเพียง 1 ปี โดยเมล็ดยังคงมีความงอกสูงกว่า 80% แต่เมล็ดที่มีความชื้น 13.9% เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 °ซ จะเก็บได้นาน 5 ปี หากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 °ซ จะเก็บรักษาเมล็ดไว้ได้นาน 2 ปี และถ้าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 °ซ จะเก็บเมล็ดได้นานเพียง 6 เดือนเท่านั้น และเมล็ดเหล่านี้จะมีความงอกต่ำกว่า 80%

จิรากร โกศัยเทวี (2526) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 8-9% สามารถเก็บรักษาได้นาน 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 20 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 60% พูนพันธ์ สมบัตินันท์ และคณะ (2529) พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้น 6.9-7.2% สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 10 เดือน โดยเมล็ดพันธุ์ยังคงมีความงอกสูงกว่า 80% อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้นต่ำมากเกินไปอาจจะมีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้เช่นกัน เช่น เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) แตกร้าวเป็นต้น (Green *et al.* 1966) เมล็ดที่มีความชื้นต่ำ (6.7%) เมื่อนำไปปลูกพบว่า ต้นอ่อนที่งอกจะมีลักษณะผิดปกติ คือ รากอ่อนขาด หรือ มีแค่ส่วนของใบเลี้ยงเท่านั้นที่เจริญเติบโต (Hobbbs and Obendrof. 1972)

เมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นจนกระทั่งความชื้นอยู่ในระดับที่เหมาะสมแล้วหากเก็บไว้ในสภาพของอุณหภูมิห้องธรรมดาเป็นเวลานาน ความชื้นเมล็ดจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดการถ่ายเทความชื้นกับบรรยากาศเป็นผลทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น ดังนั้นจึงควรนำเมล็ดพันธุ์มาเก็บในภาชนะที่ปิดแน่นสนิท (Hor. 1976) การเก็บเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในภาชนะที่ปิดแน่นสนิทนั้นเมล็ดจะต้องมีความชื้นต่ำกว่าการเก็บไว้ในสภาพห้องเก็บปกติ เนื่องจากในสภาพอากาศปกตินั้นเมล็ดสามารถถ่ายเทหรือแลกแปลี่ยนความชื้นกับอากาศ แต่ในภาชนะปิดนั้นบรรยากาศในภาชนะที่บรรจุเมล็ดจะถูกกำหนดโดยความชื้นของเมล็ด ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะที่บรรจุเมล็ดสูงขึ้น เช่น ที่อุณหภูมิ 42.7 °ซ ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 12% จะมีผลทำให้อากาศภายในภาชนะที่บรรจุเมล็ดแบบปิดแน่นสนิทมีความชื้นสัมพัทธ์ 60% ดังนั้นควรลดความชื้นในเมล็ดให้ต่ำลงอีก 2-3% เพื่อให้ความชื้นภายในภาชนะบรรจุไม่ให้สูงเกิน 60% (Delouche.1968) Sripichitt *et al.* (1988) พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 6 หรือ 8% เก็บรักษาไว้ในภาชนะที่ปิดแน่นสนิทภายใต้อุณหภูมิ 26 °ซ ความงอกของเมล็ดพันธุ์ยังคงสูงกว่า 80% ตลอดระยะเวลา 12 เดือน Saisawat (1973) พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้นประมาณ 10% บรรจุในภาชนะที่ปิดแน่นสนิทและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75% จะเสื่อมคุณภาพช้า และเมื่อเก็บไว้ครบ 9 เดือน เมล็ดพันธุ์ยังคงมีความงอกสูงถึง 80%

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Harrington (1973) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ที่นำมาบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทและป้องกันความชื้นได้นั้นควรลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ลงก่อนการบรรจุให้เหลือประมาณ 4-9% สำหับพืชที่มีปริมาณน้ำมันสูง และ 6-12% สำหรับพืชที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก ภาชนะที่ใช้ในการเก็บเมล็ดในลักษณะนี้ ควรเป็นวัสดุที่สามารถป้องกันการถ่ายเทความชื้นของเมล็ดกับบรรยากาศ (Clark and Bass. 1975) เช่น ถุงพลาสติกที่มีความหนาอย่างต่ำ 7 mil (1 mil = 1/1000 นิ้ว) กระดาษอลูมิเนียม ขวดแก้ว (จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2521) การใช้ภาชนะบรรจุเมล็ดพันธุ์ที่เป็นถุงผ้าและกระดาษนั้นจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความชื้นระหว่างเมล็ดพันธุ์ภายในภาชนะบรรจุและความชื้นภายนอกได้ เนื่องจากภาชนะทั้งสองมีรูพรุนเล็กๆ ที่ยอมให้ความชื้นผ่านเข้าออกได้ Gregg (1982) พบว่า ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนควรลดความชื้นให้เหลือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 9% และเก็บไว้ในถุงพลาสติกที่หนา 10 มิลลิเมตร เพื่อให้เมล็ดยังคงรักษาความมีชีวิตและความแข็งแรงได้นานขึ้น พิมพาพร เทวาหุดี และ คำพันธุ์ จิตรสิงห์ (2531) พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruzizinesis*) ในภาชนะบรรจุถุงพลาสติกจะมีคุณภาพสูงกว่าการเก็บรักษาในถุงกระดาษ Ching and Abu-Shakra (1965) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ crimson clover (*Trifolium incamatum*) ที่บรรจุในถุงผ้าจะสูญเสียความมีชีวิตภายใน 1 เดือน ในขณะเดียวกันเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในถุงพลาสติก (polyethylene) หนา 2, 4, 6 และ 10 มิลลิเมตร จะยังคงรักษาความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ได้นาน 2, 4 และ 6 เดือน ตามลำดับ Bass (1978) รายงานว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ crimson clover ที่มีความชื้นในเมล็ดประมาณ 4, 6 และ 11% ไว้ในกระป๋องโลหะที่ปิดสนิท พบว่าเมล็ดที่มีความชื้น 4% จะยังคงมีความงอกสูงกว่า 70% ในขณะที่เมล็ดที่มีความชื้น 11% จะมีความงอกเหลือเพียง 4% หลังจาการเก็บรักษานาน 16 ปี

2.5 การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเกิดขึ้นสูงสุดที่ระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity, PM) หลังจากระยะนี้ไปแล้วการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะเริ่มขึ้น อัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความผันแปรของสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ (Paschal and Ellis. 1978) การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุหลัก 2 ประการ (จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2523) คือ

(1) ปัจจัยภายนอกซึ่งได้แก่สภาพแวดล้อมขณะที่พืชเจริญเติบโต หรือในระหว่างการสุกแก่ วิธีการเก็บเกี่ยว ตลอดจนการปรับสภาพ หรือสภาพการเก็บรักษา

(2) ปัจจัยภายในได้แก่ ด้านพันธุกรรม และองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ปัจจัยภายนอกที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

Tekrony *et al.* (1980) รายงานว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง นอกจากจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาการสุกแก่แล้วยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวอีกด้วย เมล็ดที่ถูกฝนก่อนการเก็บเกี่ยวหรือในขณะเก็บเกี่ยว จะเกิดความเสียหายทั้งด้านกายภาพและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ในด้านกายภาพเมล็ดที่ถูกฝนมีการดูดน้ำอย่างรวดเร็วและจะสูญเสียน้ำออกสู่บรรยากาศเมื่ออากาศแห้งทำให้เมล็ดย่น ส่วนความเสียหายทางด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่าการมีฝนตกบ่อยๆ ทำให้ความงอกลดลง (Delouche. 1971) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Costa (1980) ที่พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวล่าช้าจะมีความงอกลดลงและถ้าหากถูกฝนในขณะเก็บเกี่ยว จะทำให้มีความเสียหายเพิ่มมากขึ้นไปอีก

การผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในเขตร้อนชื้นมักจะมีคุณภาพต่ำ เนื่องมาจากความไม่เหมาะสมของสภาพอากาศที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีฝนตกบ่อยหรือยาวนานสลับกับอากาศร้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างภายหลังการสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยว ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลงอย่าวรวดเร็ว (Delouche. 1980) ตราบใดที่การผลิตถั่วเหลืองในเขตร้อนชื้นยังต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก การเผชิญกับสภาพอากาศดังกล่าวในระหว่างการสุกแก่ของเมล็ดจึงเป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ Hor (1976) พบว่า ในเขตที่มีอากาศร้อนชื้นแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะในเขตปลูกพืชไร่ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความชื้นอากาศสูงนั้น เมล็ดที่แก่แล้วมักจะถูกทิ้งไว้ในแปลงปลูกยาวนาน จึงทำให้เมล็ดที่เก็บเกี่ยวมีความชื้นสูงประมาณ 18-35% หากไม่รีบลดความชื้นในเมล็ดจนถึงระดับที่ปลอดภัย เมล็ดนั้นก็จะเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามการผลิตเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อนให้มีคุณภาพดีหรือให้เป็นที่น่าพอใจก็ยังเป็นไปได้ ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ฤดูปลูก (ธนินาฏ สมบัตศิริ และคณะ. 2521 ; Tekrony *et al.* 1980) ระยะเก็บเกี่ยวหรือระยะสุกแก่ (Green *et al.* 1965 ; Delouche. 1980) การลดความชื้น (Moysey. 1973) และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (Maguire. 1977 ; Bass. 1979)

นอกจากสภาพแวดล้อมและระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวจะมีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์แล้ว การปฏิบัติต่างๆ หลังการเก็บเกี่ยว เช่น การนวดก็มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์เช่นกัน นงลักษณ์ ประกอบบุญ (2524) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่แกะด้วยมือมีความงอกสูง ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่นวดด้วยไม้และใช้เครื่องจักรนวดจะมีความงอกรองลงมา ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สุรศักดิ์ ลิ้มปิติ และคณะ (2529) ซึ่งทำการทดลองในถั่วเขียว พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่แกะด้วยมือมีความงอกมาตรฐานสูงสุด ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่นวดด้วยไม้จะมีคุณภาพต่ำกว่า และเห็นผลความแตกต่างชัดเจนเมื่อนวดในขณะที่เมล็ดมีความชื้นสูง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Wijandi and Copeland (1974) ซึ่งพบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และ navy bean ที่นวดในขณะที่มีความชื้นสูงจะไม่พบความเสียหายที่สังเกตุเห็นได้ด้วยตาเปล่า และมีความงอกไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่นวดในขณะที่มีความชื้นต่ำ แต่พบว่ามีความงอกในไร่ต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับความเสียหาย Popinigis (1972)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า การนวดเมล็ดพันธุ์โดยใช้เครื่องจักรนวดหรือการฟาดทุบด้วยไม้ ขณะที่เมล็ดพันธุ์มีความชื้นต่ำจะทำให้เมล็ดแตกหักเป็นเสี่ยงๆ แต่เมื่อทำการนวดในขณะที่เมล็ดพันธุ์มีความชื้นสูงจะไม่พบความเสียหายที่สังเกตุได้ด้วยตาเปล่า แต่ทำให้ความงอกมาตรฐานและความงอกในไร่ลดลง

เชื้อราบางชนิดสามารถทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวก storage fungi เช่น *Aspergillus* spp. และ *Penicilium* spp. ซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง (Mallick and Nandi. 1979) Tervet (1945) และ Neergaard (1975) พบว่า *Aspergillus* spp. เพิ่มจำนวนมากขึ้นในสภาพห้องที่มีอุณหภูมิสูง และเข้าทำลายเมล็ดได้ดีที่ความชื้นของอากาศตั้งแต่ 45% ขึ้นไป เชื้อราที่พบนี้เป็นพวก *A. flavus* ซึ่งเข้าทำลายเมล็ดถั่วเหลืองได้ง่าย เมื่อเมล็ดเหล่านี้งอกจะได้ต้นอ่อนที่ไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ Green *et al.* (1965) พบว่า การเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองล่าช้าไป 2 สัปดาห์ หลังระยะ HM เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะมีสีม่วง มีเชื้อรา (mildew) ติดอยู่ที่ผิวเยื่อหุ้มเมล็ด และ Paschal and Ellis (1978) พบว่า การเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองโดยเชื้อรา *Phomopsis* sp. ที่เก็บเกี่ยวในระยะ HM จะมีเพียง 9% การเจริญเติบโตของเชื้อราจะเพิ่มขึ้นเป็น 21 - 45% เมื่อเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์หลังระยะ HM ไปแล้ว 2 - 4 สัปดาห์

2.5.2 ปัจจัยภายในที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ชนิดอื่น เนื่องจากมีองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่เป็นไขมันซึ่งจะถูกออกซิไดซ์เป็นกรดไขมันอิสระได้ง่าย จึงเป็นสาเหตุให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเก็บรักษาไว้ไม่ได้นาน (Ching. 1973) การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระมีความสัมพันธ์กับการลดลงของเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากกรดไขมันอิสระจะทำลายผนังเมมเบรนและทำให้โครงสร้างของไมโตคอนเดรียผิดปกติซึ่งจะกระทบกระเทือนต่อการหายใจของเซลล์ด้วย (Priestley *et al.* 1985) นักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เชื่อว่า ความเสียหายของเมมเบรน (membrane damage) ซึ่งเกิดจาก lipid peroxidation เป็นสาเหตุสำคัญซึ่งเกิดขึ้นก่อนที่เมล็ดจะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพอื่นๆ ตามมา (Stewart and Bewley. 1980) เนื่องจากเอนไซม์ในวิถีของเมแทบอลิซึม (matabolic pathway) ดำเนินกิจกรรมอยู่ในโครงสร้างของเมมเบรน เมื่อเมมเบรนได้รับความเสียหายอาจมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเมแทบอลิซึมซึ่งจะนำไปสู่การสูญเสียความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในที่สุด (Delouche and Baskin. 1973)

การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ล่าช้ามีผลทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพมากขึ้น Ching and Schoolcraft (1968) พบว่า เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวล่าช้าไปปลูกในไร่จะมีจำนวนต้นที่งอกน้อยและเมื่อนำเมล็ดไปตรวจสอบทางเคมี พบว่า กิจกรรมของเอนไซม์ เช่น protease, phosphatase ลดลงเซลล์เมมเบรนสูญเสียคุณสมบัติในการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆ ทำให้แป้ง น้ำตาล และกรดอะมิโนที่อยู่ในเมล็ดรั่วไหลออกมามาก เมื่อนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าจะได้ค่าสูงกว่าในเมล็ดปกติที่ไม่เสื่อมคุณภาพ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Yaklich and Abdul-Baki (1975) ที่พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เสื่อมคุณภาพจะให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดพืชชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กันย่อมมีความแตกต่างกันทางด้านกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมี อายุการเก็บรักษาจึงแตกต่างกันออกไป (วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537) Nangju (1977) พบว่า ถั่วเหลืองต่างพันธุ์กันปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ได้รับการดูแลรักษาเหมือนๆ กันจะให้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพแตกต่างกันได้ ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่เมล็ดกำลังพัฒนาและสุกแก่อยู่นั้น เมล็ดถั่วเหลืองต่างพันธุ์กันมีความแตกต่างกันในแง่ของความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้มีคุณภาพแตกต่างกันไป นอกจากนี้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองยังสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดอีกด้วย ลักษณะทางกายภาพที่สำคัญได้แก่ ขนาด น้ำหนัก ความหนาแน่น รูปร่าง สี และเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดเป็นต้น

วันชัย จันทร์ประเสริฐ (2533) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีขนาดใหญ่เช่น พันธุ์ ชม. 60 ให้ความงอกและความแข็งแรงต่ำมาก อีกทั้งยังมีความสามารถในการเก็บรักษาต่ำอีกด้วย Edwards and Hartwig (1971) ศึกษาถั่วเหลือง 3 สายพันธุ์ ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมใกล้เคียงกัน (near-isogenic lines) แต่มีน้ำหนักเฉลี่ยของเมล็ดแตกต่างกัน พบว่า สายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็ก และขนาดกลางสามารถงอกได้เร็วกว่าและมีความแข็งแรงสูงกว่าสายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ และ Bhatia *et al.* (1993) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีขนาดเล็กมีความทนทานต่อการเสื่อมสภาพในไร่ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีขนาดใหญ่ จึงทำให้ความงอกสูงกว่ามาก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Anonymous (1980) ที่พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีขนาดเล็ก ให้ความงอกสูงที่สุดภายหลังผ่านการเสื่อมคุณภาพในไร่ Horlings *et al.* (1994) พบว่า พันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความทนทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่ มักเป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็ก มีลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ดแข็ง (hard seed coat) หรือมีลักษณะเมล็ดแข็ง (hardseededness)

กฤษฎา สัมพันธารักษ์ (2537) พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้า มักมีเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) สีเหลือง แต่พันธุ์อื่นๆ อาจมีสีเขียวอมเหลือง เขียว น้ำตาลหรือดำ เยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีจาง อาจมีสีดำหรือสีน้ำตาลปนอยู่ ลักษณะจุดบนเมล็ดอาจเกิดจากพันธุกรรม หรือเกิดจากสภาพแวดล้อมก็ได้ แต่ไม่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ Starzinger *et al.* (1982) พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์เมล็ดสีดำมีความสามารถในการเก็บรักษาได้ยาวนานกว่าถั่วเหลืองพันธุ์ที่มีเมล็ดสีจาง Dassou and Kueneman (1984) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีสีดำหรือสีเข้มจะมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดี คือ มีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีสีเหลือง สนิท ลวดทอง (2535) พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ มข.35 เป็นพันธุ์ที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดหนา ทำให้ไม่เสื่อมความงอกได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์อาจกระทำได้หลายอย่าง เช่น การตรวจสอบทางด้านความงอกหรือความมีชีวิต และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

2.6.1 การตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์

1. การตรวจสอบความงอกมาตรฐาน (Standard germination) การตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดจากความงอกมาตรฐานเป็นวิธีที่ง่ายและนิยมกันมากที่สุด ใช้อุปกรณ์น้อยที่สุดในการประเมินคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และใช้ได้กับเมล็ดพันธุ์ทุกชนิด วัสดุที่ใช้ในการเพาะมีหลายชนิด เช่น กระดาษเพาะ ดิน และทราย วิธีการประเมินค่าความงอกและระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบความงอก จะแตกต่างกันไปตามชนิดของเมล็ดพันธุ์พืช (Anonymous. 1976) ค่าความงอกของเมล็ดพันธุ์อาจแปรปรวนไปได้เนื่องจากวัสดุเพาะและวิธีการเพาะ Escoar (1983) พบว่า การใช้กระดาษเพาะเป็นวัสดุเพาะโดยไม่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ จะทำให้ค่าความงอกของข้าวโพดมีความแปรปรวนมากกว่าการเพาะในทราย Delouche (1975) กล่าวว่า ความงอกไม่สามารถใช้วัดขั้นตอนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดได้ เนื่องจากความงอกเป็นวิธีการวัดการเสื่อมคุณภาพขั้นตอนสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์

2. การตรวจสอบด้วยสารละลายเตตระโซเลียม (Tetrazolium test) วิธีการนี้อาศัยหลักปฏิกิริยาของเอนไซม์ dehydrogenase ซึ่งมีอยู่ในเซลล์ที่มีชีวิตกับสารละลายของ 2, 3, 5 - triphenyl tetrazolium chloride ซึ่งเป็นสารละลายที่ไม่มีสีเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบ formazan ที่ไม่ละลายน้ำมีสีแดง ดังนั้นจึงสามารถแยกเนื้อเยื่อที่มีชีวิตโดยการดูสีของ formazan เนื้อเยื่อของเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เสื่อมคุณภาพจะติดสีแดงสดใส แต่เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพมากจะติดสีแดงคล้ำ ส่วนเนื้อเยื่อที่ไม่มีชีวิตจะไม่ติดสีเลย (AOSA. 1983) Mason *et al.* (1982) และ Woodstock (1973) พบว่า ในบางครั้งค่าความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการทดสอบวิธีนี้อาจได้ค่ามากกว่าความเป็นจริงได้ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความงอกมาตรฐาน ค่าความมีชีวิตจะสูงกว่าค่าความงอกมาตราฐานประมาณ 5-10% อย่างไรก็ตามไพฑูรย์ ปานเปรม (2529) ซึ่งทำการทดลองในเมล็ดถั่วลิสง พบว่า วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ทราบค่าความมีชีวิตของเมล็ดได้รวดเร็ว และให้ผลใกล้เคียงกับการตรวจสอบโดยวิธีความงอกในไร่และความงอกมาตรฐานอย่างมาก

2.6.2 การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

ความแข็งแรง คือ ความสามารถที่จะงอกเป็นต้นกล้าปกติ และสามารถให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เป็นผลรวมของคุณสมบัติต่างๆ ของเมล็ดพันธุ์เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ที่แข็งแรงไปปลูกภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆจะได้ต้นกล้าที่แข็งแรงสม่ำเสมอ ไม่ว่าสภาพแวดล้อมเหล่านี้จะเหมาะสมหรือไม่ก็ตาม (AOSA. 1983) จวงจันทร์ ดวงพัตรา (2523) กล่าวว่า ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เป็นลักษณะเด่นบางประการของเมล็ดพันธุ์ จะแสดงออกเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพแวดล้อมต่างๆ ไม่เหมาะสมหรือแปรปรวนผิดปกติ สำหรับการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีหลายวิธี วิธีที่นิยมใช้ตรวจสอบกันอย่างแพร่หลาย ได้แก่

1. การตรวจสอบความงอกในไร่ (Field emergence test) การตรวจสอบความงอกมาตรฐานต่างจากการตรวจสอบความงอกในไร่ คือ การตรวจสอบความงอกมาตรฐานมักจะให้ผลที่สูงกว่า เนื่องจากนำมาเพาะปลูกในวัสดุที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (ยวนใจ อ่อนเรียบร้อย. 2529 ; Johnson and Wax.1978) ทำให้ได้ค่าความงอกสูง ส่วนการตรวจสอบความงอกในไร่จะให้ค่าความงอกค่อนข้างต่ำกว่า

2. การวัดอัตราการรั่วไหลหรือค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity test) Presley (1958) เป็นผู้นำวิธีการนี้มาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ฝ้ายเป็นคนแรก Matthews and Bradnock (1968) พัฒนามาใช้วัดความแข็งแรงในเมล็ดพันธุ์ถั่วลันเตา โดยใช้ทำนายค่าความงอกในไร่ วิธีนี้เป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากทราบผลรวดเร็ว (Thomson. 1979) และนิยมวัดความแข็งแรงในเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง (Tao. 1979 ; Yaklich *et al.* 1979) การตรวจสอบวิธีนี้อาศัยหลักการที่ว่าเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพจะสูญเสียความสามารถให้สารซึมผ่านอันเนื่องมาจากเมมเบรนภายในเมล็ดพันธุ์เสื่อมสภาพทำให้มีสารรั่วไหลออกมา เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำจะมีสารต่างๆ ภายในเมล็ดถูกชะล้างออกมามากทำให้ได้ค่าการนำไฟฟ้าสูง (Abdul-Baki and Anderson. 1973) ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า คือ ความบริสุทธิ์ของน้ำที่ใช้แช่เมล็ด ความสะอาดของเครื่องมือที่ใช้ ความสม่ำเสมอของตัวอย่าง เวลา อุณหภูมิที่ใช้ในการแช่ ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดไม่ควรสูงหรือต่ำเกินไป ควรอยู่ในช่วง 10-14% (AOSA. 1983)

เมล็ดที่มีความชื้นต่ำเกินไป (ต่ำกว่า 8.8%) เมื่อนำไปแช่น้ำโดยไม่มีการปรับค่าความชื้นภายในเมล็ดให้สูงขึ้นจะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงผิดปกติ เนื่องจากเมล็ดดูดน้ำเข้าไปในอัตราเร็วเกินไปจนทำให้เมล็ดเสียหายได้ (Pollock *et al.* 1969) Tao (1978) พบว่า ชนิดของน้ำที่ใช้แช่เมล็ดควรจะเป็นน้ำกลั่น (distilled water) หรือน้ำที่ปราศจากประจุไฟฟ้า (deionized water) ในเมล็ดพันธุ์พืชชนิดเดียวกัน แต่ต่างพันธุ์กันค่าการนำไฟฟ้าอาจต่างกัน เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำของพันธุ์หนึ่งอาจจะให้ค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงของอีกพันธุ์หนึ่ง (Tao. 1979) ปริศนา ภูวบัณฑิตสิน (2527) ทำการทดลองในละหุ่ง พบว่า วิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดโดยใช้การวัดค่าการนำไฟฟ้านี้มีความสัมพันธ์กับความงอกในไร่ที่ 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60
2. สารเคมี
    2.1 2, 3, 5 - triphenyl tetrazolium chloride (TZ)
    2.2 สารลดความชื้น Silica gel
    2.3 แอลกอฮอล์ 70%
    2.4 Sodium chloride (NaCl)
    2.5 Sodium hypochlorite
    2.6 Fast green
3. เครื่องมือวิทยาศาสตร์
    3.1 ตู้อบลมร้อน Hot air-oven
    3.2 ตู้เพาะ Hotpack รุ่น 352602 และ WTB binder รุ่น VAP2
    3.3 Hygrometer และ maximum-minimum thermometer
    3.4 Hot-plate
    3.5 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง
    3.6 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า JENWAY 4010 conductivity meter
    3.7 pH-meter
    3.8 Desiccator
    3.9 เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Dry and wet bulb psychrometer)
4. เครื่องแก้วต่างๆ เช่น บีกเกอร์ ขวดปรับปริมาตรเป็นต้น
5. ดินผสม
6. น้ำกลั่น
7. วัสดุ
    7.1 กล่องพลาสติกขนาด 11.25 x 11.25 ซม. และขนาด 18.75 x 27.50 ซม.
    7.2 ถุงพลาสติกขนาด 45 x 55 ซม.
    7.3 ตะแกรงลวดขนาด 15.0 x 22.5 ซม.
    7.4 กระดาษเพาะ
    7.5 กระป๋องอลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. สูง 4 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.6 กระป๋องพลาสติกพร้อมฝา

7.7 พาราฟิล์ม

7.8 ตะกร้าพลาสติกขนาด 32 x 41.5 ซม.

3.2 การผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

ปลูกเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งได้รับจากศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ ในแปลงเกษตรกร ต. ทุ่งนางาม อ. ลานสัก จ. อุทัยธานี เมื่อวันที่ 2 สิงหาคม 2544 โดยแบ่งเป็น 5 แปลง แต่ละแปลงมีขนาด 4 x 5 ม. ระยะห่างระหว่างแปลง 1 ม. แต่ละแปลงจะแบ่งเป็นแปลงย่อย 2 แปลง แปลงย่อยแต่ละแปลงมีขนาด 2 x 5 ม. ในแต่ละแปลงย่อยจะปลูกถั่วเหลืองเป็นแถวจำนวน 5 แถว ภายในแถวจะขุดเป็นหลุมลึกประมาณ 2-3 ซม. โดยให้มีระยะระหว่างหลุมและแถวเป็น 20 x 40 ซม. หยอดเมล็ดลงในหลุมๆละ 4 เมล็ด โดยมีฟูราดานรองที่ก้นหลุมเพื่อป้องกันแมลง เมื่อถั่วเหลืองมีอายุได้ 7 วัน ฉีดสารกำจัดวัชพืช (เปอร์ชูท และเฟลกซ์) ในอัตรา 1 ช้อนแกงต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อควบคุมวัชพืชในแปลง เมื่อถั่วเหลืองมีอายุได้ 15 วัน ทำการถอนแยกต้นกล้าให้เหลือ 2 ต้นต่อ 1 หลุม เมื่อถั่วเหลืองมีอายุได้ 32 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อถั่วเหลืองมีอายุได้ 39 วัน ฉีดสารกำจัดแมลง (เมทามิโดฟอส) ในอัตรา 2 ช้อนแกงต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อถั่วเหลืองมีอายุได้ 63 วัน ฉีดสารกำจัดแมลง (เมทามิโดฟอส) ในอัตรา 2 ช้อนแกงต่อน้ำ 20 ลิตร และใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อถั่วเหลืองมีอายุได้ 65 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ วันที่ 7 พฤศจิกายน 2544 สุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดพันธุ์เมื่อสุกแก่ทางสรีรวิทยา หรือเมื่อฝักเปลี่ยนเป็นสีเหลืองประมาณ 80-90% ทั้งต้น

3.3 สถานที่การดำเนินงาน

ดำเนินงานวิจัยที่ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาการดำเนินงาน

เดือนสิงหาคม 2544 – มิถุนายน 2545

3.5 วิธีการดำเนินงาน

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา หรือเมื่อฝักเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมาตรวจสอบหาเปอร์เซ็นต์สีเยื่อหุ้มเมล็ดและตรวจสอบความชื้นของเมล็ดโดยอบเมล็ดที่อุณหภูมิ 105 ^{o}ซ นาน 24 ชั่วโมง ทำการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์โดยนำเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่ทางสรีรวิทยามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แบ่งออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน (เมล็ดพันธุ์ ชม.60 และ สจ.5 ส่วนละ 2 และ 1.3 กิโลกรัม ตามลำดับ) นำแต่ละส่วนมาลดความชื้น ดังนี้

1. การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยแสงอาทิตย์ นำเมล็ดถั่วเหลืองทั้งฝักวางให้แผ่กระจายกันเป็นชั้นเดียวทั่วตะกร้าพลาสติก ลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ประมาณวันละ 8 ชั่วโมง เกลี่ยฝักกลับไปมาวันละ 2 ครั้งในระหว่างการลดความชื้นเพื่อให้เมล็ดแห้งโดยทั่วถึงกัน ตรวจสอบความชื้นเมล็ดทุกวัน เมื่อความชื้นเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 15% จึงทำการนวดเมล็ดด้วยมือ แล้วทำการลดความชื้นต่อไปจนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นลดลงต่ำกว่า 10% จึงนำเมล็ดพันธุ์มาตรวจสอบคุณภาพการรั่วไหล ความมีชีวิต และรอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด แล้วจึงนำไปเก็บรักษา

2. การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยตู้อบลมร้อน นำเมล็ดถั่วเหลืองทั้งฝักวางให้เป็นชั้นเดียวบนตะแกรงในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40^{o}ซ สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่อบไปตรวจสอบความชื้นทุกวันจนกระทั่งความชื้นเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 15% จึงนวดเมล็ดด้วยมือ ลดความชื้นต่อไปจนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นลดลงต่ำกว่า 10% จึงนำเมล็ดพันธุ์มาตรวจสอบเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วและนำไปเก็บรักษา

3. การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยลมในที่ร่ม นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้งฝักมาผึ่งบนตะแกรงในที่ร่มในห้องปฏิบัติการที่มีลมพัดผ่าน โดยใช้พัดลมช่วยเป็นระยะในกรณีที่ลมสงบ ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วจนกระทั่งความชื้นเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 11% ซึ่งเป็นระดับที่สมดุลกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากต้องการให้ความชื้นเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 8-9% จึงใช้ซิลิกาเจลช่วยลดความชื้นโดยใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 20 : 1 (เมล็ด : ซิลิกาเจล) (อารมย์. 2533) จนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นประมาณ 8-9% จึงทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดและการตรวจสอบปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว ก่อนที่จะนำไปเก็บรักษา

วางแผนการทดลองแบบ 2x3x4 Factorial in Randomized Complete Block Design ทำ 4 ซ้ำๆ ละ 25 เมล็ด โดยมีปัจจัยที่ศึกษาร่วมกัน คือ

ปัจจัยแรก คือ พันธุ์ มี 2 พันธุ์ ได้แก่

- เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 (SJ.5)
- เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60 (CM.60)

ปัจจัยที่สอง คือ การลดความชื้น มี 3 วิธี ได้แก่

- การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยแสงอาทิตย์ (Sun drying)
- การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air-oven drying)
- การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยลมในที่ร่ม (Shade drying)

ปัจจัยที่สาม คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา (Storage) มี 4 ระยะ ได้แก่

- 0 วัน
- 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

49629

- 120 วัน
- 180 วัน

3.6 วิธีการทดลอง

เมื่อทำการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 โดยการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อน และลมในที่ร่ม จนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นต่ำกว่า 10% จึงแบ่งเมล็ดออกเป็น 4 กองๆ ละ 110 กรัม นำเมล็ดมาเก็บไว้ในถุงพลาสติกรัดยางให้แน่นแล้วใส่ลงในกระป๋องพลาสติกปิดฝาให้แน่นสนิท ใช้พาราฟิล์มพันให้รอบตรงรอยต่อของฝากับตัวกระป๋องเพื่อป้องกันความชื้นจากอากาศเข้าสู่เมล็ดพันธุ์ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การรั่วไหล ความมีชีวิต รอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด ทุกๆ ระยะ 60 วัน เป็นระยะเวลา 180 วัน ของการเก็บรักษา

3.6.1 การตรวจสอบความชื้นของเมล็ด

การตรวจสอบความชื้นของเมล็ด นำเมล็ดพันธุ์จำนวน 25 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ ชั่งน้ำหนักสด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 ^{o}ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำมาชั่งน้ำหนักแห้งหลังอบ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาความชื้น โดยใช้สูตร (Anonymous. 1976)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสดของเมล็ด} - \text{น้ำหนักแห้งของเมล็ด}}{\text{น้ำหนักสดของเมล็ด}} \times 100$$

3.6.2 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

ก่อนทำการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ทำการปรับระดับความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นต่ำกว่า 10% ให้เพิ่มขึ้นประมาณ 12% เพื่อป้องกันการแตกร้าวของเนื้อเยื่อที่เกิดจากการดูดน้ำอย่างรวดเร็วของเมล็ด แล้วจึงตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ดังนี้

1. การตรวจสอบความงอกมาตรฐาน (Standard germination test)

ทำตามวิธีการของ ISTA (1985) นำเมล็ดพันธุ์จำนวน 25 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ เพาะเมล็ดพันธุ์บนกระดาษเพาะที่ทำให้ชื้นด้วยน้ำกลั่น (between paper) ม้วนกระดาษหลวมๆ นำม้วนกระดาษที่เพาะเมล็ดไว้แล้วใส่ในถุงพลาสติก รัดปากถุงด้วยหนังยาง นำไปเพาะไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 25 ^{o}ซ ประเมินผลความงอกโดยนับต้นกล้าที่งอกปกติภายหลังเพาะได้ 5 และ 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตรวจสอบความมีชีวิตด้วยสารละลายเตตระโซเลี่ยม (Tetrazolium test, TZ)

นำเมล็ดพันธุ์จำนวน 25 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ มาทำให้นุ่มโดยวางเมล็ดในม้วนกระดาษเพาะที่ชื้นด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 1 คืน แล้วจึงนำมาแช่ในสารละลาย 2, 3, 5 - triphenyl tetrazolium chloride (TZ) 1% นำไปอบไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 35 ^{o}ซ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (Grabe. 1976) จึงนำเมล็ดมาล้างด้วยน้ำประปา แกะเยื่อหุ้มเมล็ดออกประเมินลักษณะรูปแบบการติดสีและความเข้มของสีออกเป็นประเภทที่มีชีวิต (TZ1-TZ4) และไม่มีชีวิต (TZ5-TZ7)

3. การตรวจสอบความแข็งแรง (Vigor test) วิธีการที่ใช้ ได้แก่

3.1 ความเร็วในการงอก (Speed of germination)

ใช้เมล็ดพันธุ์ที่ทำการตรวจสอบความงอกมาตรฐานดังกล่าว โดยนำผลจากการประเมินมาคำนวณจากสูตร (AOSA. 1983) ดังนี้

$$\text{ความเร็วในการงอก} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนวันของการนับครั้งแรก}} + \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนวันของการนับครั้งสุดท้าย}}$$

3.2 ความงอกในไร่ (Field emergence)

นำเมล็ดพันธุ์จำนวน 25 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ มาปลูกลงในตะกร้าพลาสติกที่มีขนาด 32 x 41.5 ซม. โดยใช้ดินผสมเป็นวัสดุปลูก ปลูกหลุมละ 1 เมล็ด ให้มีระยะระหว่างหลุมและแถว 5 x 6.5 ซม. รดน้ำทุกวันแต่ไม่ให้แฉะจนเกินไป ตรวจวัดโดยนับจำนวนต้นกล้าที่งอกหลังจากที่ปลูกแล้ว 10 วัน โดยนับเฉพาะที่ต้นกล้าที่สมบูรณ์ มียอดและใบเลี้ยงโผล่พ้นผิวดินแล้ว

4. การตรวจสอบการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ วิธีการที่ใช้ ได้แก่

4.1 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC)

ทำตามวิธีการของ AOSA (1983) ชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์จำนวน 25 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ แล้วจึงแช่เมล็ดพันธุ์ ในบีกเกอร์ (250 มล.) ที่มีน้ำ deionized water อยู่ 75 มล. ปิดปากบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไปไว้ที่อุณหภูมิ 20 ^{o}ซ ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดทุกๆ 1 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง และครั้งสุดท้ายที่ 24 ชั่วโมง

4.2 การดูดน้ำ (Imbibition, IM)

ชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์จำนวน 25 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ แล้วจึงแช่เมล็ดพันธุ์ในบีกเกอร์ (250 มล.) ที่มีน้ำกลั่นอยู่ 75 มล. ปิดปากบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไปไว้ที่อุณหภูมิ 20 ^{o}ซ ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่แช่น้ำทุกๆ 1 ชั่วโมงเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง และครั้งสุดท้ายที่ 24 ชั่วโมง โดยซับน้ำที่เยื่อหุ้มเมล็ดให้แห้งด้วยกระดาษซับก่อนชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การตรวจสอบรอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด (Cracking of seed coat test)

นำเมล็ดพันธุ์จำนวน 10 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ แช่ในน้ำกลั่นจนอ่อนนุ่มเป็นเวลา 1 คืน แล้วจึงแช่ในสารละลาย fast green FCF 1% นาน 5 นาที ล้างเมล็ดด้วยน้ำประปา แกะเยื่อหุ้มเมล็ดออกประเมินลักษณะรูปแบบการติดสี เมล็ดที่เสียหายจะปรากฏให้เห็นเป็นรอยสีเขียวเข้ม (Powell and Matthews. 1979)

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละหน่วยทดลอง โดยใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ทางสถิติ SIRICHAI เวอร์ชั่น 3 ซึ่งพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ และโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูปสำหรับ Windows SPSS เวอร์ชั่น 7.5 (กัลยา วานิชย์บัญชา. 2540) ของบริษัท ISIS Technologies Co.,Ltd.

3.8 การบันทึกข้อมูล

3.8.1 การตรวจสอบความชื้นของเมล็ด
- เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)

3.8.2 การตรวจสอบสีของเยื่อหุ้มเมล็ด
- เปอร์เซ็นต์สีของเยื่อหุ้มเมล็ด (%)

3.8.3 การตรวจสอบความงอกมาตรฐาน
- เปอร์เซ็นต์ความงอก (%)

3.8.4 การตรวจสอบความมีชีวิตด้วย TZ
- เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต และไม่มีชีวิต (%)

3.8.5 การตรวจสอบความเร็วในการงอก
- ดัชนีความงอก (index)

3.8.6 การตรวจสอบความงอกในไร่
- เปอร์เซ็นต์ความงอก (%)

3.8.7 การตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้า
- ไมโครซีเมน / ซม. / ก. เมล็ด (µs /cm /g.seed)

3.8.8 การตรวจสอบการดูดน้ำ
- มิลลิกรัม / เมล็ด (mg /seed)

3.8.9 การตรวจสอบรอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด
- เปอร์เซ็นต์รอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด (%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลของการเก็บเกี่ยวต่อความชื้นเมล็ดและสีเยื่อหุ้มเมล็ด

ความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และ ชม.60 ที่เก็บเกี่ยวในระยะที่ฝักเปลี่ยนเป็นสีเหลือง พบว่า อยู่ในช่วง 54.39 และ 54.94% ตามลำดับ ระดับความชื้นเช่นนี้เป็นระดับที่เมล็ดพันธุ์สุกแก่ทางสรีรวิทยา (Delouche. 1980)

เมล็ดเขียวเป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นว่าในระหว่างการพัฒนาของเมล็ด อาจเกิดจากเมล็ดขาดน้ำ (Dornbos.1995a) หรืออาจเกิดจากเมล็ดยังไม่สุกแก่ ในการทดลองนี้พบเมล็ดมีสีเขียวอมเหลือง สีเหลืองอมเขียว และสีเหลือง (ตารางที่ 4.1) เมล็ดพันธุ์ทั้ง สจ.5 และ ชม.60 มีสีเขียวอมเหลืองน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ สีเหลืองอมเขียว เมล็ดพันธุ์ สจ.5 มีสีเหลืองมากกว่าเมล็ดพันธุ์ ชม.60 (ตารางที่ 4.1) สีเขียวที่ยังคงปรากฏอยู่บ้างอาจเป็นลักษณะปกติของเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา โดยสีเหลืองอมเขียวจะลดลงตามอายุการเก็บเกี่ยวที่เพิ่มขึ้นและความชื้นที่ลดลง

ตารางที่ 4.1 ผลของการเก็บเกี่ยวต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นและสีเยื่อหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง 2 พันธุ์

พันธุ์ถั่วเหลือง	ความชื้น (%)	สีเยื่อหุ้มเมล็ด (%)		
		เขียวอมเหลือง[1]	เหลืองอมเขียว[2]	เหลือง[3]
สจ.5	54.94	0.50	8.25	91.25
ชม.60	54.39	4.50	37.75	57.75

[1]เขียวอมเหลือง (เมล็ดมีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง 80%)

[2]เหลืองอมเขียว (เมล็ดมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว 80%)

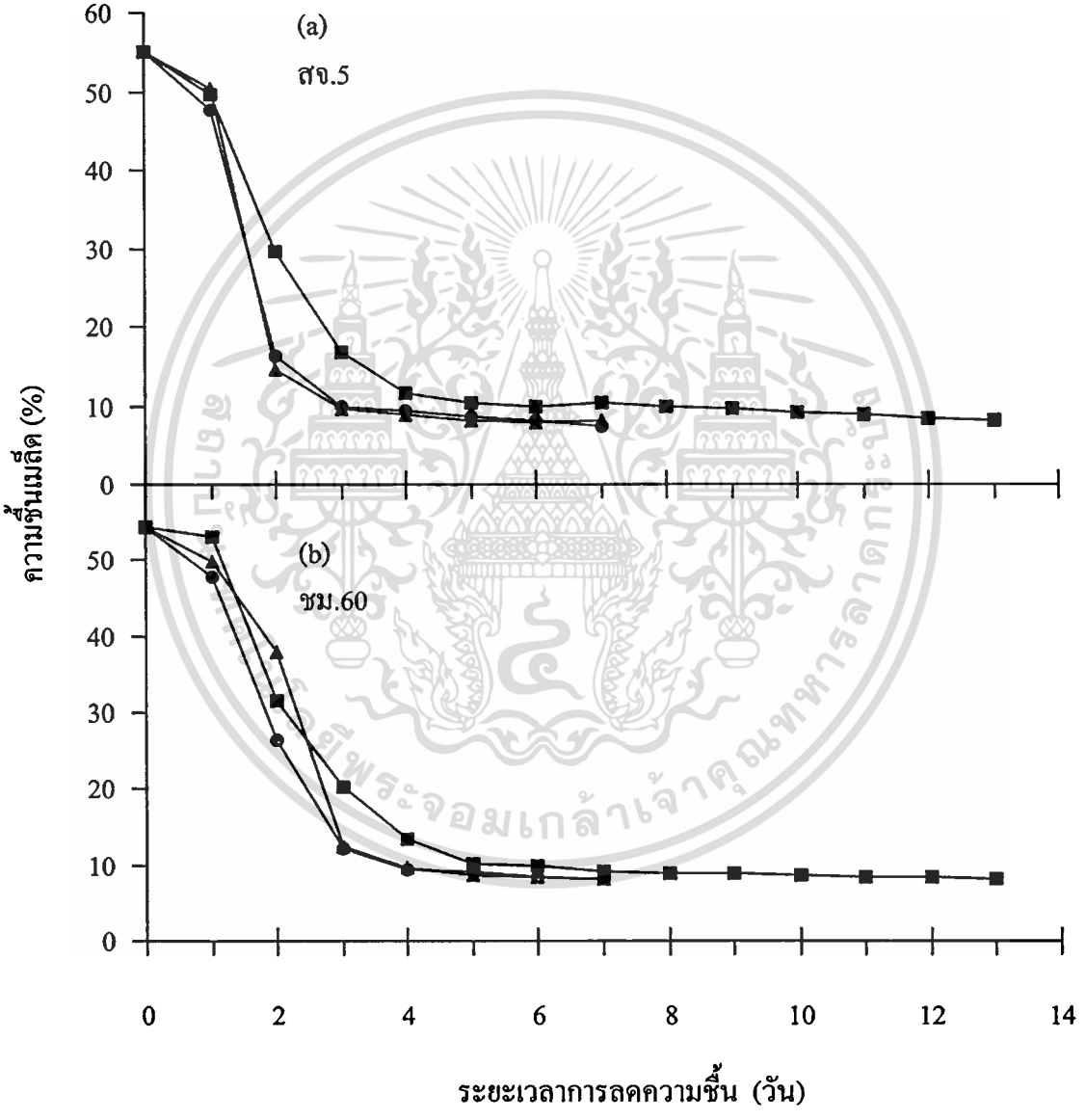
[3]เหลือง (เมล็ดมีสีเหลือง 100 %)

4.2 การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ สจ.5 ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ระยะ PM ลดลงอย่างรวดเร็วจาก 54.94% เหลือประมาณ 10% หลังจากลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์และตู้อบลมร้อนได้เพียง 3 วัน (ภาพที่ 4.1a) ส่วนการลดความชื้นด้วยลมในที่ร่มใช้เวลา 4 วัน จึงทำให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ลดลงเหลือประมาณ 12% หลังจากนี้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นทั้ง 3 วิธี ค่อยๆลดลงเหลือประมาณ 8% โดยการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์และตู้อบลมร้อนใช้เวลาทั้งหมด 7 วัน ส่วนการลดความชื้นด้วยลมในที่ร่มและซิลิกาเจลใช้เวลารวมกันทั้งหมด 13 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนความชื้นของเมล็ดพันธุ์ ชม.60 ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ระยะ PM ลดลงอย่างรวดเร็วจาก 54.39% เหลือประมาณ 13% หลังจากลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์และตู้อบลมร้อนได้ 3 วัน (ภาพที่ 4.1b) ส่วนการลดความชื้นด้วยลมในที่ร่มใช้เวลา 5 วัน จึงทำให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ลดลงเหลือประมาณ 11% หลังจากนี้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นทั้ง 3 วิธี ค่อยๆลดลงเหลือประมาณ 8% โดยการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์และตู้อบลมร้อนใช้เวลาทั้งหมด 7 วัน ส่วนการลดความชื้นด้วยลมในที่ร่มและซิลิกาเจลใช้เวลารวมกันทั้งหมด 13 วัน



ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงระดับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 (a) และพันธุ์ ชม. 60 (b) ที่เก็บเกี่ยวในระยะ PM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (●) ตู้อบลมร้อน (▲) และลมในที่ร่ม (■)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา

ภายหลังการลดความชื้นก่อนการเก็บรักษา พันธุ์ถั่วเหลืองมีผลทำให้ความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์เกิดความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) โดยพันธุ์ สจ.5 จะให้ความงอกและความมีชีวิตสูงกว่าพันธุ์ ชม.60 ในขณะที่วิธีการลดความชื้นไม่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันทางสถิติในความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์

ในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นระยะเวลา 180 วัน พบว่า พันธุ์ วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลทำให้ความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์เกิดความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3) โดยความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ซึ่งลดความชื้นด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 3 วิธี สูงกว่า 90% โดยตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.2) อย่างไรก็ตามความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ มีแนวโน้มที่จะต่ำกว่าอีก 2 วิธี ซึ่งมีความงอกที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ส่วนเมล็ดพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยวิธีต่างๆ ดังกล่าวทั้ง 3 วิธี ให้ความงอกต่ำกว่าพันธุ์ สจ.5 โดยตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.2) ในการลดความชื้นทั้ง 3 วิธีนี้มีแนวโน้มว่าการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์และตู้อบลมร้อนมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ ชม.60 ลดลง ในระหว่าง 2 วิธีนี้การลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์จะให้ความงอกต่ำกว่าการลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อน ส่วนความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นด้วยลมในที่ร่มมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.2 ผลของวิธีการลดความชื้นต่อความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองก่อนการเก็บรักษา

ตัวแปร	ความงอก (%)	ความมีชีวิต (%)
พันธุ์ถั่วเหลือง		
สจ.5	97.33 a[1]	99.00 a
ชม.60	90.00 b	87.00 b
วิธีการลดความชื้น		
แสงอาทิตย์	89.50 a	90.00 a
ตู้อบลมร้อน	96.00 a	93.00 a
ลมในที่ร่ม	95.50 a	96.00 a

[1] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test

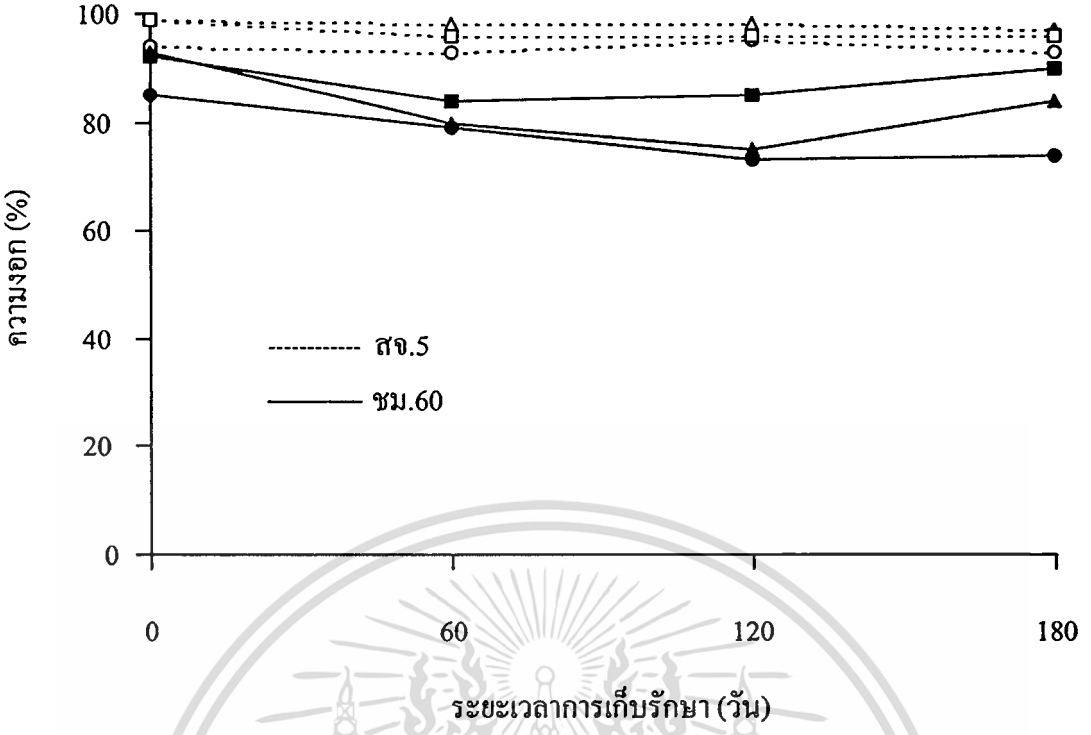
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลของพันธุ์ วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 180 วัน

ตัวแปร	ความงอก (%)	ความมีชีวิต (%)
พันธุ์ถั่วเหลือง		
สจ.5	96.17 a[1]	97.92 a
ชม.60	82.83 b	79.17 b
วิธีการลดความชื้น		
แสงอาทิตย์	85.75 b	83.63 c
ตู้อบลมร้อน	90.50 a	88.75 b
ลมในที่ร่ม	92.25 a	93.25 a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
0	93.67 a	93.00 a
60	88.33 b	91.50 a
120	87.00 b	86.67 b
180	89.00 b	83.00 b

[1] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



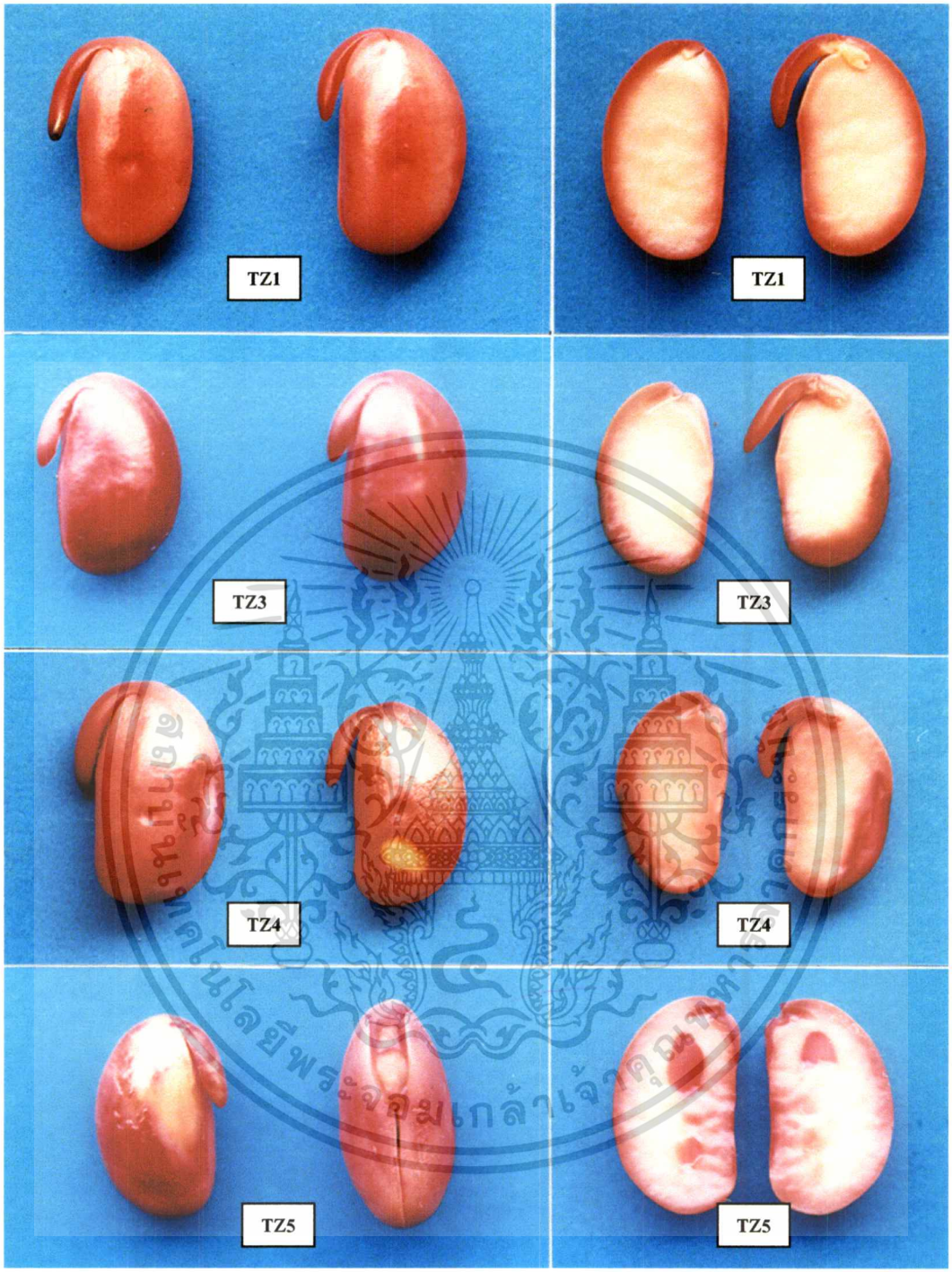
ภาพที่ 4.2 ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (○, ●) ตู้อบลมร้อน (△, ▲) และลมในที่ร่ม (□, ■) ที่อายุการเก็บรักษา 0, 60, 120 และ 180 วัน

4.4 ลักษณะการติดสี TZ ของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อประเมินลักษณะการติดสีโดยอาศัยรูปแบบและความเข้มของการติดสีที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.3) ชี้ให้เห็นว่า เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้นหรือมีความแข็งแรงลดลง ซึ่งไม่สามารถบอกได้ถ้าพิจารณาเฉพาะเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.3) อาการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนโดยมีการลดลงในสัดส่วนของ TZ1 ในทุกพันธุ์ ทุกวิธีการลดความชื้นและทุกระยะเวลาของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.4) สำหรับพันธุ์ สจ.5 จะมีการลดลงในสัดส่วนของ TZ1 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์เร็วกว่าการลดความชื้นอีก 2 วิธีที่เหลือ นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นในสัดส่วนของ TZ3 และ TZ4 ก็เป็นอีกตัวชี้ของการเสื่อมคุณภาพที่จะเกิดขึ้น ซึ่งจะเกิดขึ้นมากในเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์

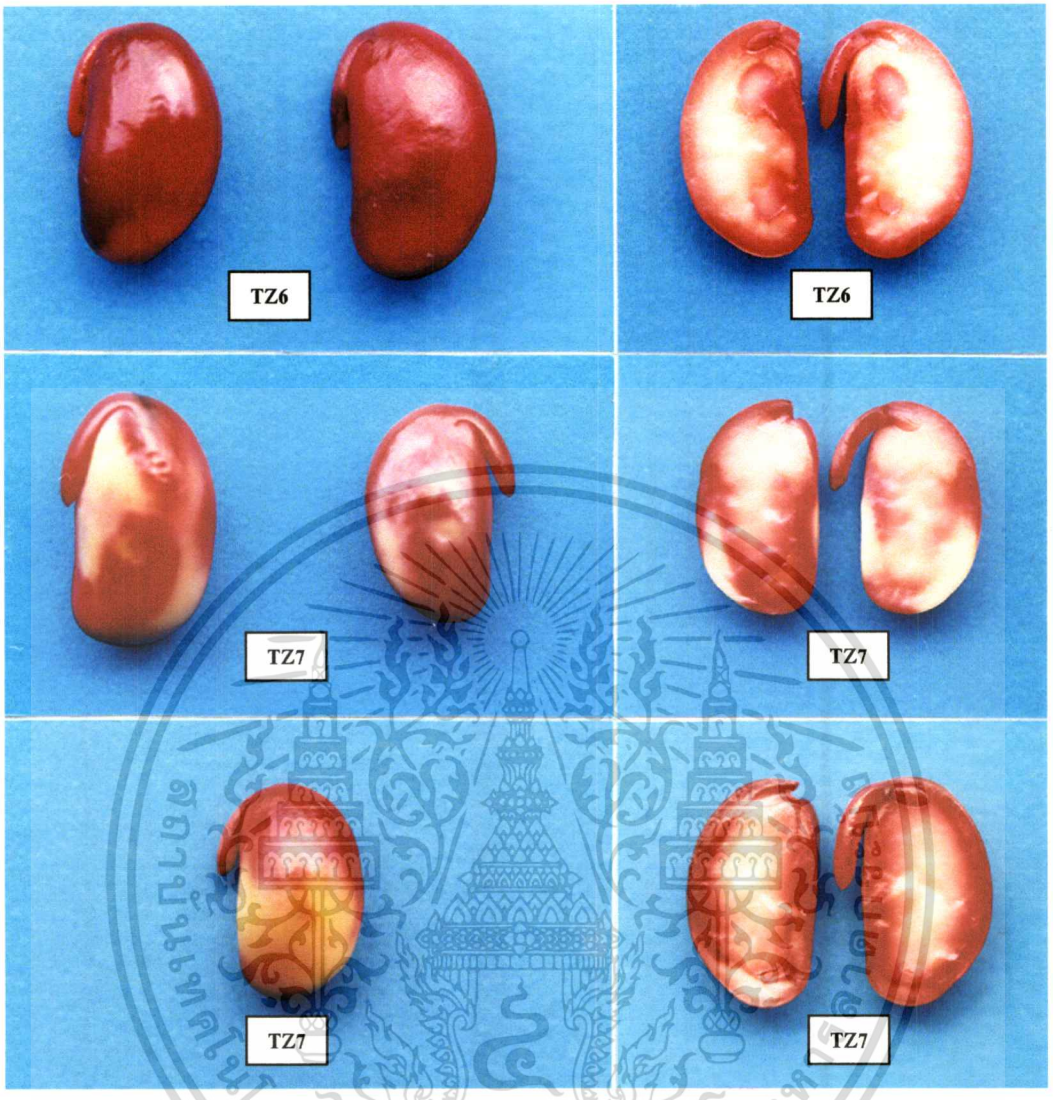
สำหรับพันธุ์ ชม.60 การเปลี่ยนแปลงของ TZ ในทุกระยะของการเก็บรักษามีลักษณะคล้ายคลึงกับพันธุ์ สจ.5 แต่เกิดขึ้นในลักษณะที่รุนแรงมากกว่า (ตารางที่ 4.4) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเสื่อมคุณภาพจะเกิดขึ้นรุนแรงในเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ลักษณะการติดสี (TZ1-TZ7) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม รูปคอลัมน์ทางขวามือแสดงการติดสีโครงสร้างภายในของเมล็ด รูปคอลัมน์ทางซ้ายมือแสดงการติดสีโครงสร้างภายนอกของเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลของพันธุ์ วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อลักษณะการติดสี TZ ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

พันธุ์ถั่วเหลือง	วิธีการลดความชื้น	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ลักษณะการติดสี (%)						
			เมล็ดพันธุ์มีชีวิต[1]				เมล็ดพันธุ์ไม่มีชีวิต[2]		
			TZ1	TZ2	TZ3	TZ4	TZ5	TZ6	TZ7
สจ.5	แสงอาทิตย์	0	79	ND[3]	8	12	ND	1	ND
		60	80	ND	9	8	2	1	ND
		120	50	ND	24	22	3	ND	1
		180	15	ND	42	37	1	1	4
		เฉลี่ย	56.00	ND	20.75	19.75	1.50	0.75	1.25
	ตู้อบลมร้อน	0	94	ND	2	2	1	1	ND
		60	91	ND	4	5	ND	ND	ND
		120	70	ND	13	13	1	1	2
		180	19	ND	35	44	ND	ND	2
		เฉลี่ย	68.50	ND	13.50	16.00	0.50	0.50	1.00
	ลมในที่ร่ม	0	94	ND	ND	6	ND	ND	ND
		60	94	ND	4	1	1	ND	ND
		120	79	ND	13	7	ND	ND	1
		180	27	ND	39	33	1	ND	ND
		เฉลี่ย	73.50	ND	14.00	11.75	0.50	ND	0.25
ชม.60	แสงอาทิตย์	0	59	ND	20	2	2	15	2
		60	42	ND	22	12	4	3	17
		120	14	ND	31	18	2	8	27
		180	1	ND	26	36	3	ND	34
		เฉลี่ย	29.00	ND	24.75	17.00	2.75	6.50	20.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

พันธุ์ถั่วเหลือง	วิธีการลดความชื้น	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ลักษณะการติดสี (%)						
			เมล็ดพันธุ์มีชีวิต				เมล็ดพันธุ์ไม่มีชีวิต		
			TZ1	TZ2	TZ3	TZ4	TZ5	TZ6	TZ7
	ตู้อบลมร้อน	0	59	ND	25	4	1	4	7
		60	39	ND	32	15	2	6	6
		120	12	ND	49	17	2	5	15
		180	ND	ND	35	31	2	2	30
		เฉลี่ย	27.50	ND	35.25	16.75	1.75	4.25	14.50
	ลมในที่ร่ม	0	61	ND	26	5	ND	3	5
		60	59	ND	23	9	1	6	2
		120	11	ND	59	18	1	1	10
		180	ND	ND	42	36	2	ND	20
		เฉลี่ย	32.75	ND	37.50	17.00	1.00	2.50	9.25

[1]เมล็ดพันธุ์มีชีวิต
- TZ1 เมล็ดติดสีแดงปกติทั้งเมล็ด
- TZ2 เมล็ดติดสีแดงอ่อนปนกับสีแดงปกติเล็กน้อย
- TZ3 เมล็ดติดสีแดง และมีสีแดงเข้มกระจายอยู่ทั่วไปบริเวณใบเลี้ยงน้อยกว่า 50%
- TZ4 เมล็ดมีบริเวณย้อมสีไม่ติดน้อยกว่า 30% กระจายอยู่ทั่วไปที่บริเวณใบเลี้ยงยกเว้นรอยต่อระหว่างใบเลี้ยงกับแกนคัพภะ

[2]เมล็ดพันธุ์ไม่มีชีวิต
- TZ5 เมล็ดมีพื้นที่ย้อมสีไม่ติด : (1) บริเวณปลายรากมากกว่า 50% (2) บริเวณเหนือที่ตั้งของยอด (3) บริเวณรอยต่อระหว่างใบเลี้ยงกับแกนคัพภะ
- TZ6 เมล็ดติดสีแดงเข้มทั้งเมล็ด
- TZ7 เมล็ดติดสีแดงเข้มมากกว่า 50% ปนกับย้อมสีไม่ติดบริเวณ : (1) แกนคัพภะ (2) มากกว่า 50% ของเนื้อเยื่อใบเลี้ยงด้านบนรวมทั้งแกนคัพภะ (3) ที่จุดรอยต่อของใบเลี้ยงกับแกนคัพภะเหนือตำแหน่งของยอดคัพภะ

[3]ND = ไม่ปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา

4.5.1 ความเร็วในการงอกในระหว่างการเก็บรักษา

ภายหลังการลดความชื้นก่อนการเก็บรักษา พันธุ์ถั่วเหลืองและวิธีการลดความชื้นมีผลทำให้ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5) โดยเมล็ดพันธุ์ สจ.5 จะให้ความเร็วในการงอกสูงกว่าพันธุ์ ชม.60 ส่วนการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มีแนวโน้มที่จะทำให้ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง

ในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นระยะเวลา 180 วัน พบว่า พันธุ์ วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6) โดยความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ซึ่งลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มลดลงเพียงเล็กน้อยโดยตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.4) และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยแสงอาทิตย์ มีแนวโน้มที่จะทำให้ความเร็วในการงอกลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 วิธี

ส่วนเมล็ดพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยวิธีต่างๆ ดังกล่าวทั้ง 3 วิธี ให้ความเร็วในการงอกต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ สจ.5 โดยตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.4) ในการลดความชื้นทั้ง 3 วิธีนี้ การลดความชื้นด้วยลมในที่ร่มมีผลทำให้ความเร็วในการงอกสูงกว่าอีก 2 วิธี รองลงมาได้แก่การลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อน ส่วนการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มีแนวโน้มที่จะทำให้ความเร็วในการงอกลดลงโดยตลอดอายุการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.5 ผลของวิธีการลดความชื้นต่อความเร็วในการงอกและความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองก่อนการเก็บรักษา

ตัวแปร	ความเร็วในการงอก (index)	ความงอกในไร่ (%)
พันธุ์ถั่วเหลือง		
สจ.5	4.86 a[1]	90.33 a
ชม.60	4.46 b	68.67 b
วิธีการลดความชื้น		
แสงอาทิตย์	4.44 b	71.00 b
ตู้อบลมร้อน	4.77 a	80.00 ab
ลมในที่ร่ม	4.78 a	87.50 a

[1] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test

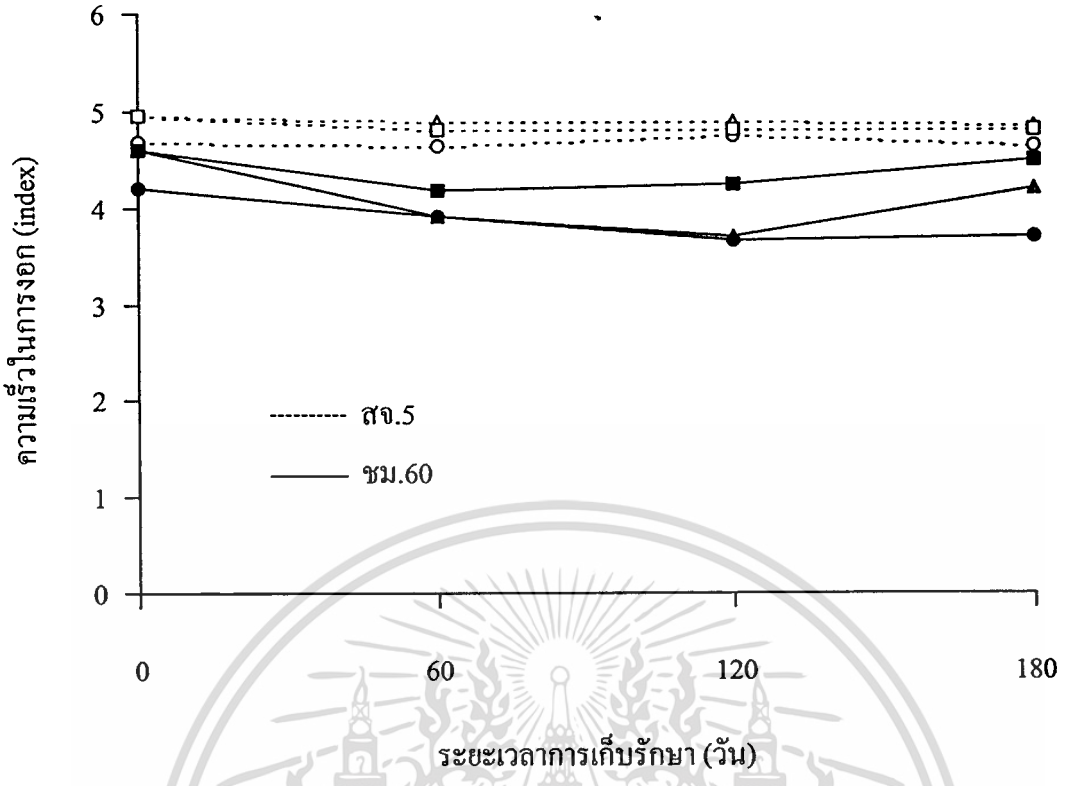
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลของพันธุ์ วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความเร็วในการงอกและความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 180 วัน

ตัวแปร	ความเร็วในการงอก (index)	ความงอกในไร่ (%)
พันธุ์ถั่วเหลือง		
สจ.5	4.81 a[1]	86.92 a
ชม.60	4.11 b	33.42 b
วิธีการลดความชื้น		
แสงอาทิตย์	4.27 b	53.25 b
ตู้อบลมร้อน	4.50 a	60.88 a
ลมในที่ร่ม	4.61 a	66.38 a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
0	4.66 a	79.50 a
60	4.39 b	66.17 b
120	4.34 b	51.67 c
180	4.45 ab	43.33 d

[1] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's New Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 ความเร็วในงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (○, ●) ตู้อบลมร้อน (△, ▲) และลมในที่ร่ม (□, ■) ที่อายุการเก็บรักษา 0, 60, 120 และ 180 วัน

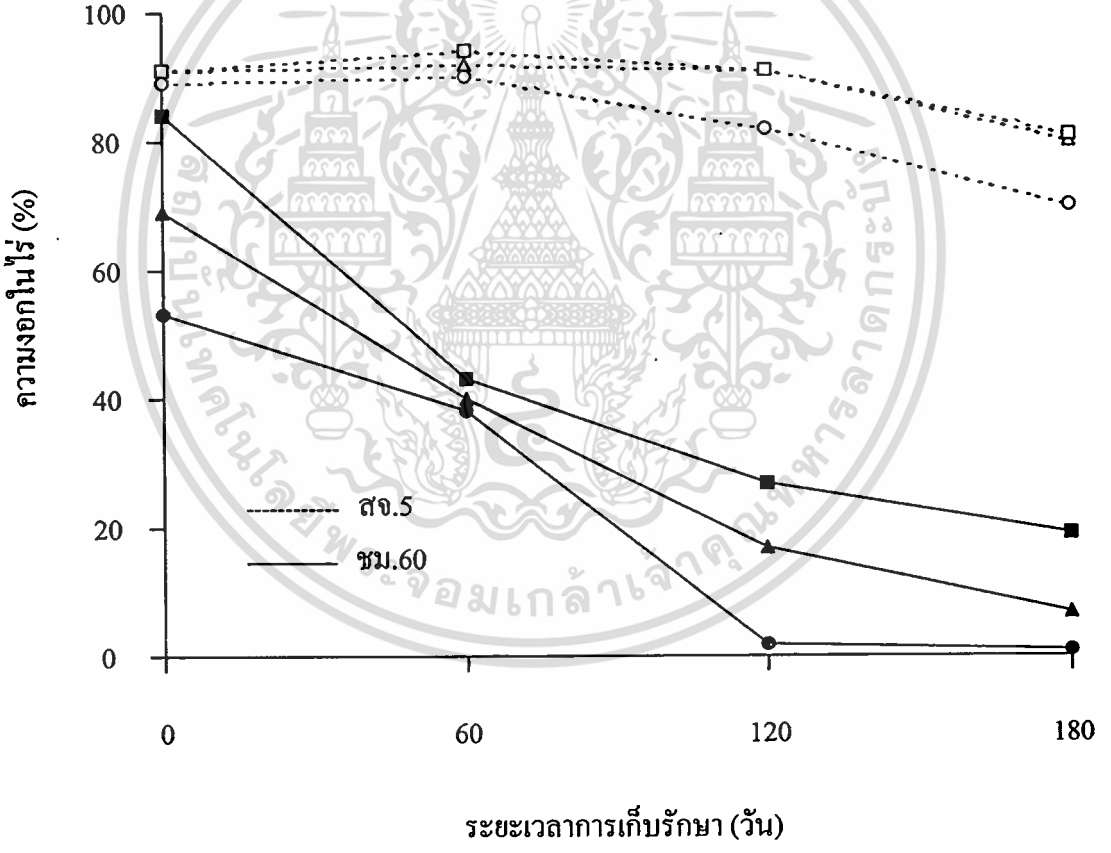
4.5.2 ความงอกในไร่ในระหว่างการเก็บรักษา

ภายหลังการลดความชื้นก่อนการเก็บรักษา พันธุ์ถั่วเหลืองและวิธีการลดความชื้นมีผลทำให้ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5) โดยเมล็ดพันธุ์ สจ.5 จะให้ความงอกในไร่สูงกว่าพันธุ์ ชม.60 มาก ส่วนการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ก็ยังคงมีแนวโน้มที่จะทำให้ความงอกในไร่ลดลง

ในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นระยะเวลา 180 วัน พบว่า พันธุ์ วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลทำให้ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6) โดยความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ซึ่งลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มลดลงเพียงเล็กน้อยโดยตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.5) ในขณะที่การลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ มีผลทำให้ความงอกในไร่ลดลงโดยตลอดภายหลัง 60 วัน ของอายุการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนเมล็ดพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยวิธีการต่างๆ ดังกล่าวทั้ง 3 วิธี มีความงอกในไร่ต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ สจ.5 โดยตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.5) ในการลดความชื้นทั้ง 3 วิธีนี้ ถึงแม้การลดความชื้นด้วยลมในที่ร่มจะทำให้ความงอกในไร่ลดลงโดยตลอดอายุการเก็บรักษาก็ตาม ก็ยังมีความงอกในไร่สูงกว่าอีก 2 วิธี รองลงมาได้แก่การลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อน ซึ่งความงอกในไร่ลดลงในลักษณะขนานไปกับความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นด้วยลมในที่ร่ม ส่วนการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มีผลทำให้ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเมล็ดพันธุ์แทบจะไม่งอกเลยที่ระยะ120 และ 180 วันของการเก็บรักษา



ภาพที่ 4.5 ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (O, ●) ตู้อบลมร้อน (Δ, ▲) และลมในที่ร่ม (□, ■) ที่อายุการเก็บรักษา 0, 60, 120 และ 180 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา

4.6.1 ค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลในระหว่างการเก็บรักษา

ภายหลังการลดความชื้นก่อนการเก็บรักษา พันธุ์ถั่วเหลืองและวิธีการลดความชื้นมีผลทำให้การรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7) โดยเมล็ดพันธุ์ สจ.5 จะมีการรั่วไหลของเมล็ดต่ำกว่าพันธุ์ ชม.60 ส่วนการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มีผลทำให้การรั่วไหลมากกว่าการลดความชื้นอีก 2 วิธี การลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นระยะเวลา 180 วัน พบว่า พันธุ์และวิธีการลดความชื้นมีผลทำให้การรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) แต่ระยะเวลาการเก็บรักษาไม่ทำให้การรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ เกิดความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามเมื่อได้ตรวจสอบการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์เป็นระยะๆ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่า เมล็ดพันธุ์ ชม.60 มีการรั่วไหลปรากฏออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน (ภาพที่ 4.6) โดยมีการรั่วไหลเกิดขึ้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ สจ.5 ในทุกระยะของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.6a, b, c และ d)

ในการลดความชื้นทั้ง 3 วิธี พบว่า การลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มีผลทำให้การรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากแช่น้ำได้เพียง 1 ชั่วโมงเท่านั้นในทุกระยะของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.6) และเกิดขึ้นในลักษณะเช่นนี้โดยตลอดระยะเวลาที่แช่น้ำ ส่วนการลดความชื้นอีก 2 วิธี ที่เหลือทำให้การรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นในลักษณะที่น้อยกว่าการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ การลดความชื้นด้วยลมในที่ร่มมีผลทำให้การรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นช้าที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการลดความชื้นอีก 2 วิธีในทุกระยะเวลาของการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลของวิธีการลดความชื้นต่อค่าการนำไฟฟ้าและการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองก่อนการเก็บรักษา

ตัวแปร	การนำไฟฟ้า (μs /cm /g.seed)	การดูดน้ำ (mg /seed)
พันธุ์ถั่วเหลือง		
สจ.5	89.06 b[1]	151.80 b
ชม.60	103.02 a	178.44 a
วิธีการลดความชื้น		
แสงอาทิตย์	109.36 a	164.87 a
ตู้อบลมร้อน	91.42 b	167.06 a
ลมในที่ร่ม	87.33 b	163.44 a

[1] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's New Multiple Range Test

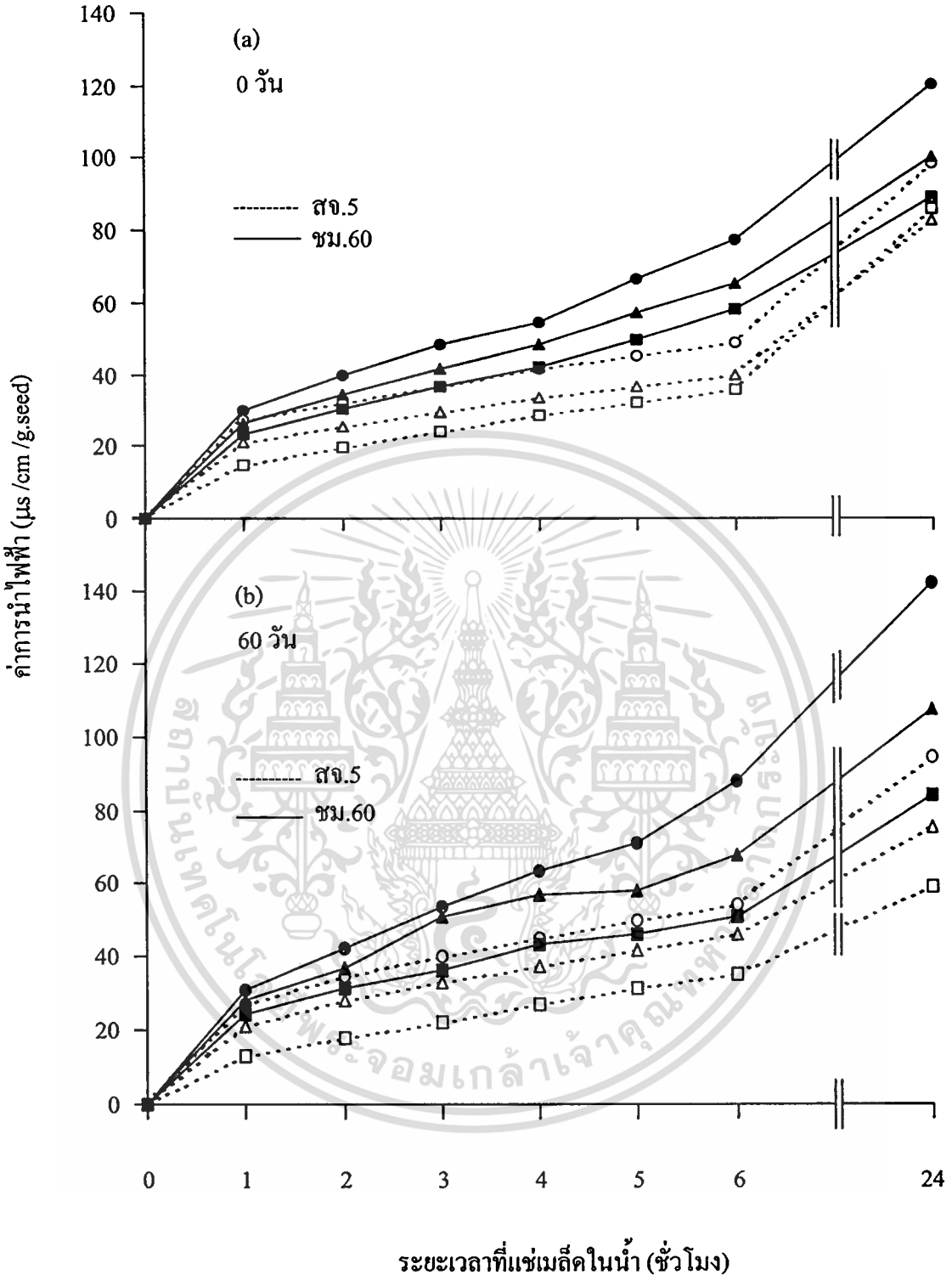
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลของพันธุ์ วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าการนำไฟฟ้าและการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 180 วัน

ตัวแปร	การนำไฟฟ้า (μs /cm /g.seed)	การดูดน้ำ (mg /seed)
พันธุ์ถั่วเหลือง		
สจ.5	76.62 b[1]	149.78 b
ชม.60	110.70 a	176.69 a
วิธีการลดความชื้น		
แสงอาทิตย์	111.57 a	161.04 a
ตู้อบลมร้อน	91.71 b	163.75 a
ลมในที่ร่ม	77.69 c	164.92 a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
0	96.04 a	165.12 a
60	93.69 a	165.62 a
120	91.66 a	159.16 b
180	93.23 a	163.04 ab

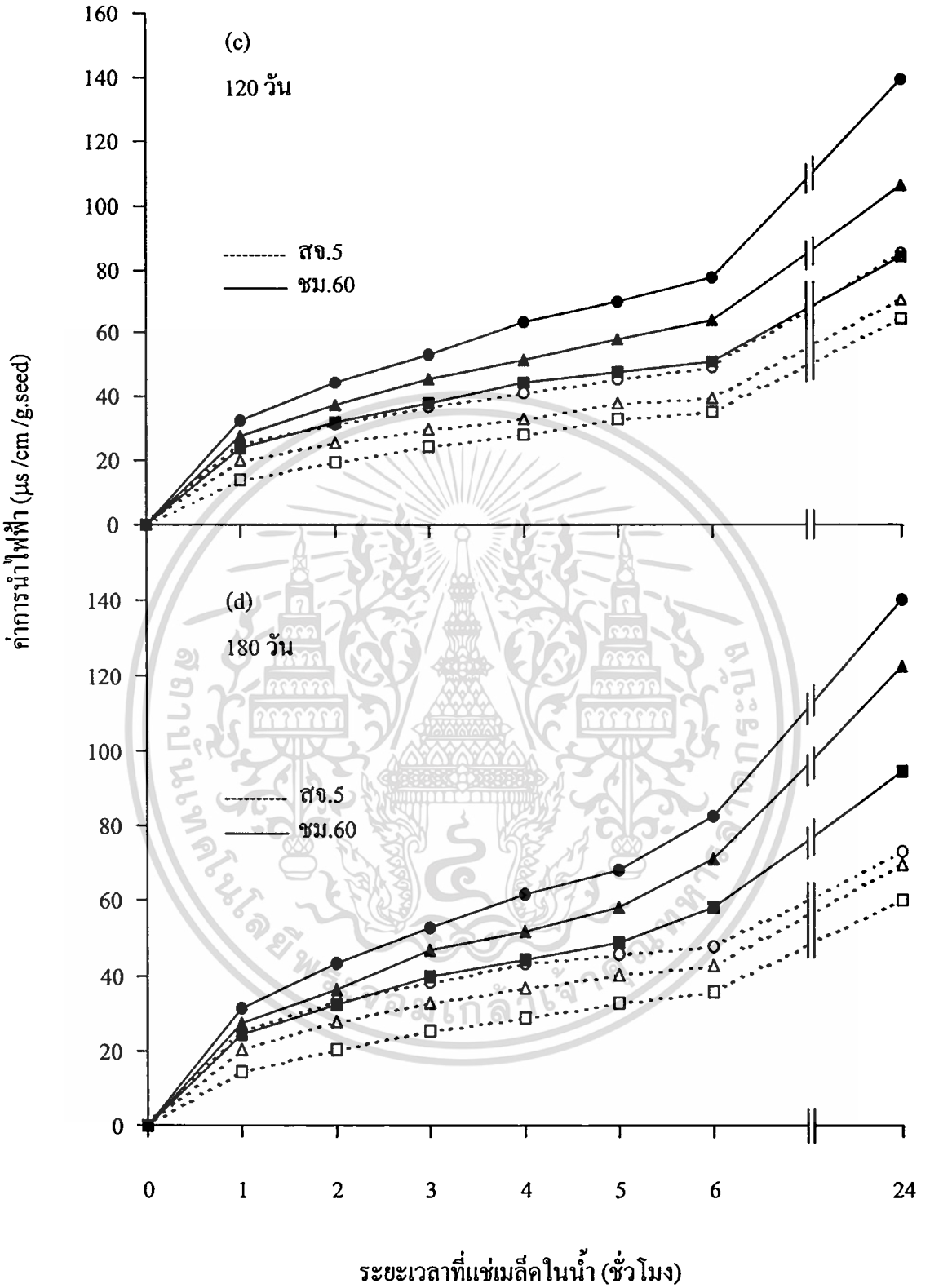
[1] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's New Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (O, ●) ตู้อบลมร้อน (Δ, ▲) และลมในที่ร่ม (□, ■) ที่อายุการเก็บรักษา 0, 60, 120 และ 180 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 (ต่อ)

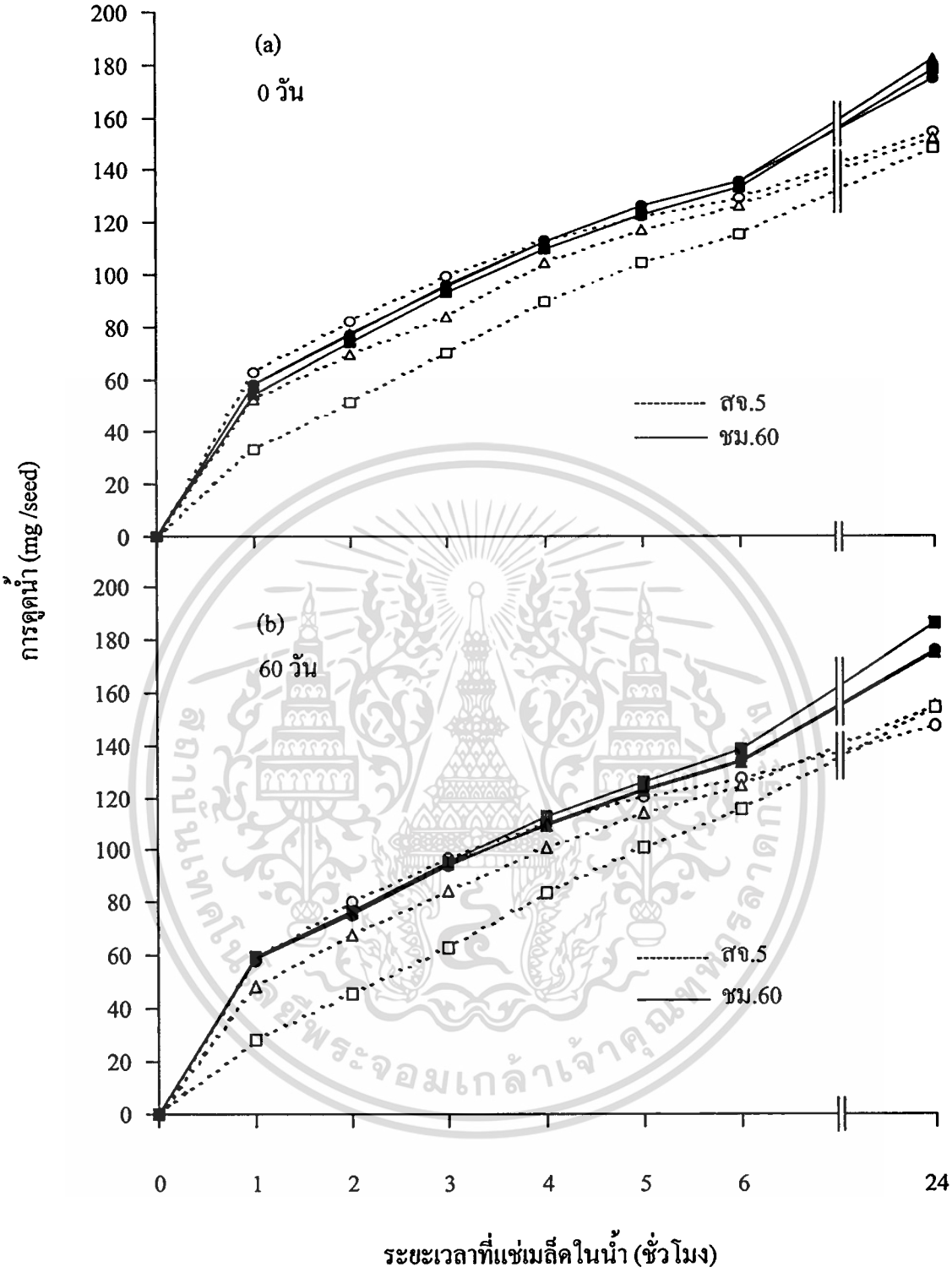
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา

ภายหลังการลดความชื้นก่อนการเก็บรักษา พันธุ์ถั่วเหลือง มีผลทำให้การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7) โดยการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ สจ.5 เกิดขึ้นน้อยกว่าพันธุ์ ชม.60 แต่วิธีการลดความชื้น ไม่ทำให้การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ

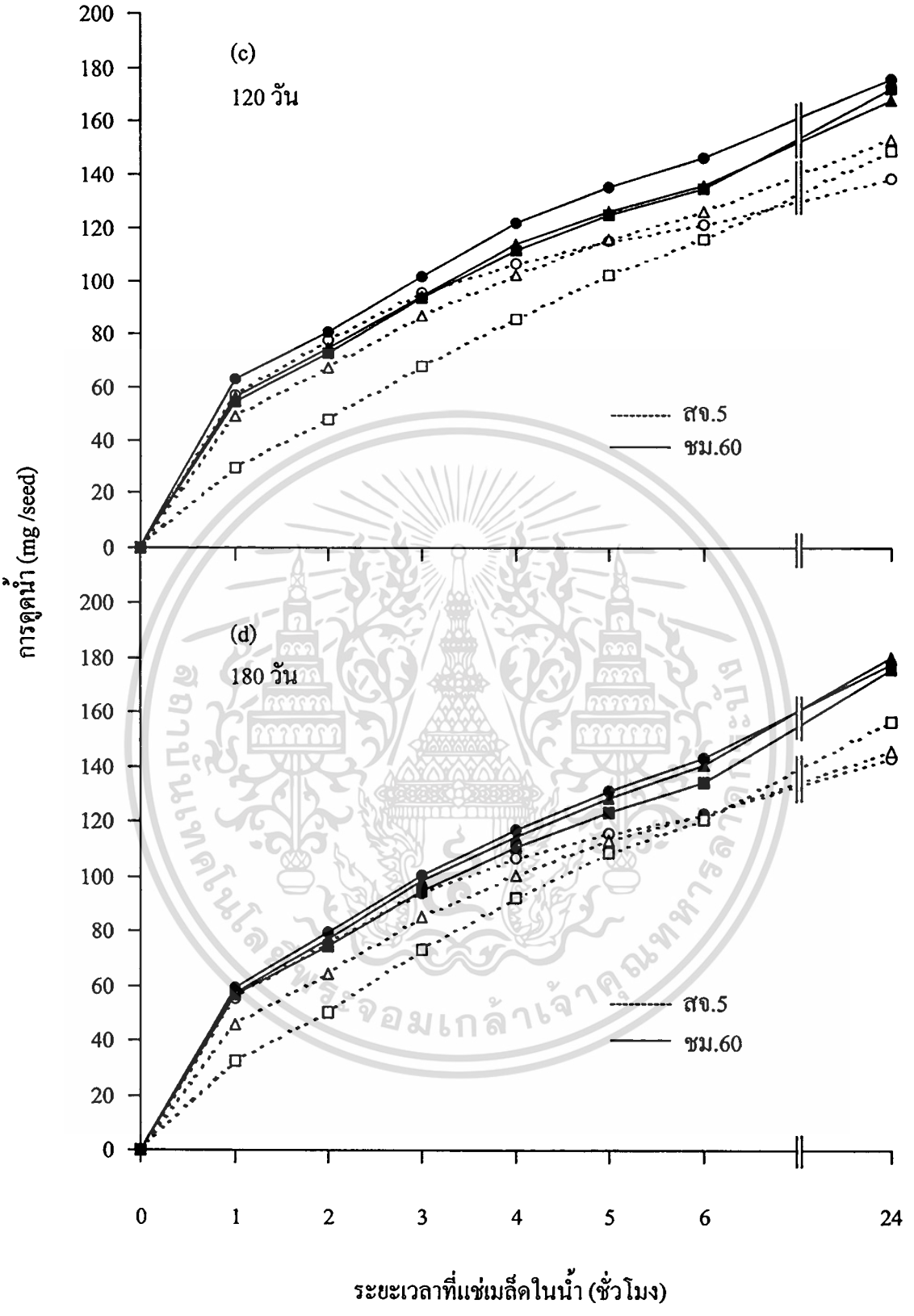
ในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นระยะเวลา 180 วัน พบว่า พันธุ์และระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลทำให้การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) ส่วนวิธีการลดความชื้น ไม่ทำให้การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามเมื่อตรวจสอบการดูดน้ำเป็นระยะๆ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (ภาพที่ 4.7) ลักษณะการดูดน้ำมีความคล้ายคลึงกับการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ (ภาพที่ 4.6) โดยการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ ชม.60 จะเกิดขึ้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ สจ.5 ในทุกระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.7a, b, c และ d) ถึงแม้ว่าการลดความชื้นทั้ง 3 วิธีดังกล่าวจะไม่ทำให้การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์เกิดความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) ก็ตาม มีแนวโน้มว่าการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยแสงอาทิตย์อาจมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นเร็วกว่าการลดความชื้นเร็วกว่าการลดความชื้นที่เหลืออีก 2 วิธีในทุกระยะเวลาของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (O, ●) ตู้อบลมร้อน (Δ, ▲) และลมในที่ร่ม (□, ■) ที่อายุการเก็บรักษา 0, 60, 120 และ 180 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 รอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด

หลังจากการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยวิธีต่างๆ 3 วิธีดังกล่าว พบว่าในเมล็ดพันธุ์ สจ.5 และ ชม.60 มีรอยแตกร้าวเกิดขึ้นในเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์และตู้อบลมร้อน แต่ไม่พบมีรอยแตกร้าวเกิดขึ้นในเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นด้วยลมในที่ร่ม (ตารางที่ 4.9) รอยแตกร้าวนี้พบในเปอร์เซ็นต์ที่ต่ำ ยกเว้นเมล็ดพันธุ์ ชม.60 ที่ลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ที่พบสูงถึง 20%

ตารางที่ 4.9 ผลของวิธีการลดความชื้นต่อรอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

พันธุ์ถั่วเหลือง	วิธีการลดความชื้น	รอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด (%)
สจ.5	แสงอาทิตย์	2.50
	ตู้อบลมร้อน	2.50
	ลมในที่ร่ม	0.00
ชม.60	แสงอาทิตย์	20.00
	ตู้อบลมร้อน	5.00
	ลมในที่ร่ม	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.8 ลักษณะรอยแตกร้าวของเนื้อเยื่อพื้นผิวของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์ ชม.60 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ และตู้อบลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

4.8.1 ความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองก่อนการเก็บรักษา

4.8.1.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Correlation

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไม่ว่าจะเป็นความงอก ความมีชีวิตและความแข็งแรงต่างก็มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันทั้งสิ้น (ตารางที่ 4.10) คุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดเฉพาะกับการรั่วไหลหรือการนำไฟฟ้า แต่ความมีชีวิตเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์ทั้งกับการรั่วไหลและการดูดน้ำ

ตารางที่ 4.10 ค่าสหสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มก่อนการเก็บรักษา (GER = ความงอก, TZ = ความมีชีวิต, Speed = ความเร็วในการงอก, Field = ความงอกในไร่, EC = การรั่วไหล และ IM = การดูดน้ำ)

	TZ	Speed	Field	EC	IM
GER	0.899 *	0.988 **	0.886 *	-0.910 *	-0.723
TZ		0.910 *	0.973 **	-0.829 *	-0.824 *
Speed			0.905 *	-0.927 **	-0.730
Field				-0.910 *	-0.712
EC					0.516

*, ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01, ตามลำดับ

4.8.1.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Regresstion

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5$$

$$y = (-35.980) + (-0.151)(x_1) + (25.566)(x_2) + (8.194 \times 10^{-2})(x_3) + (0.135)(x_4) + (3.033 \times 10^{-2})(x_5)$$

(y = ความงอก, x_1 = ความมีชีวิต, x_2 = ความเร็วในการงอก, x_3 = ความงอกในไร่, x_4 = การรั่วไหลหรือการนำไฟฟ้า และ x_5 = การดูดน้ำ)

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มก่อนการเก็บรักษา โดยใช้ Multiple Regression พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ (b_2) ของ ความเร็วในการงอก คือ 25.566 มีค่ามากที่สุด แสดงว่า ความเร็วในการงอกมีอิทธิพลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าความมีชีวิต การรั่วไหล ความงอกในไร่และการดูดน้ำ ที่มีค่าเท่ากับ –0.151, 0.135, 8.194×10^{-2} และ 3.033×10^{-2} ตามลำดับ โดยความเร็วในการงอกมีอิทธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลในทางบวกต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ การรั่วไหล ความงอกในไร่ และการดูดน้ำ ตามลำดับ ส่วนความมีชีวิตมีอิทธิพลในทางลบต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์

4.8.2 ความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 60 วัน

4.8.2.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Correlation

เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ 60 วัน ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยังคงเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับก่อนการเก็บรักษา คือ มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน (ตารางที่ 4.11) ในครั้งนี้พบว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่ไม่มีความสัมพันธ์กับการรั่วไหล แต่ความงอกและความแข็งแรงมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการดูดน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.11 ค่าสหสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ภายหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน (GER = ความงอก, TZ = ความมีชีวิต, Speed = ความเร็วในการงอก, Field = ความงอกในไร่, EC = การรั่วไหล และ IM = การดูดน้ำ)

	TZ	Speed	Field	EC	IM
GER	0.924 **	0.999 **	0.975 **	-0.798	-0.837 *
TZ		0.921 **	0.876 *	-0.922 **	-0.694
Speed			0.972 **	-0.795	-0.830 *
Field				-0.712	-0.932 **
EC					0.448

*, ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01, ตามลำดับ

4.8.2.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Regresstion

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5$$

$$y = (64.702) + (-0.148)(x_1) + (28.650)(x_2) + (-0.346)(x_3) + (-7.898 \times 10^{-2})(x_4) + (-0.352)(x_5)$$

(y = ความงอก, x_1 = ความมีชีวิต, x_2 = ความเร็วในการงอก, x_3 = ความงอกในไร่, x_4 = การรั่วไหลหรือการนำไฟฟ้า และ x_5 = การดูดน้ำ)

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มภายหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 60 วัน โดยใช้ Multiple Regression พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ (b_2) ของ ความเร็วในการงอก คือ 28.650 มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่ามากที่สุด แสดงว่า ความเร็วในการงอกมีอิทธิพลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าการดูดน้ำ ความงอกในไร่ ความมีชีวิตและการรั่วไหล ที่มีค่าเท่ากับ –0.352, -0.346, -0.148 และ -7.898×10^{-2} ตามลำดับ โดยความเร็วในการงอกมีอิทธิพลในทางบวกต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ ส่วนการดูดน้ำอิทธิพลในทางลบต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ความงอกในไร่ ความมีชีวิต และการรั่วไหล ตามลำดับ

4.8.3 ความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 120 วัน

4.8.3.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Correlation

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 120 วัน คุณภาพทั้งหมดของเมล็ดพันธุ์ต่างมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันทั้งสิ้น (ตารางที่ 4.12) นอกจากนี้ คุณภาพทั้งหมดของเมล็ดพันธุ์ยังมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการรั่วไหลและการดูดน้ำอีกด้วย

ตารางที่ 4.12 ค่าสหสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ภายหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 120 วัน (GER = ความงอก, TZ = ความมีชีวิต, Speed = ความเร็วในการงอก, Field = ความงอกในไร่, EC = การรั่วไหล และ IM = การดูดน้ำ)

	TZ	Speed	Field	EC	IM
GER	0.941 **	1.000 **	0.974 **	-0.895 *	-0.844 *
TZ		0.933 **	0.912 *	-0.976 **	-0.812 *
Speed			0.970 **	-0.887 *	-0.837 *
Field				-0.857 *	-0.904 *
EC					0.680

*, ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01, ตามลำดับ

4.8.3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Regresstion

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5$$

$$y = (-708.386) + (4.490)(x_1) + (-19.107)(x_2) + (0.756)(x_3) + (1.823)(x_4) + (1.779)(x_5)$$

(y = ความงอก, x_1 = ความมีชีวิต, x_2 = ความเร็วในการงอก, x_3 = ความงอกในไร่, x_4 = การรั่วไหลหรือการนำไฟฟ้า และ x_5 = การดูดน้ำ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มภายหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 120 วัน โดยใช้ Multiple Regression พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ (b_2) ของ ความเร็วในการงอก คือ –19.107 มีค่ามากที่สุด แสดงว่า ความเร็วในการงอกมีอิทธิพลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าความมีชีวิต การรั่วไหล การดูดน้ำและความงอกในไร่ ที่มีค่าเท่ากับ 4.490, 1.823, 1.779 และ 0.756 ตามลำดับ โดยความมีชีวิตอิทธิพลในทางบวกต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ การรั่วไหล การดูดน้ำและความงอกในไร่ ตามลำดับ ส่วนความเร็วในการงอกมีอิทธิพลในทางลบต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์

4.8.4 ความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 180 วัน

4.8.4.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Correlation

เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้นาน 180 วัน คุณภาพทั้งหมดของเมล็ดพันธุ์ต่างมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันทั้งสิ้น (ตารางที่ 4.13) และยังมีความสัมพันธ์กับการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์อีกด้วย แต่ความสัมพันธ์กับการดูดน้ำนั้นเกิดขึ้นเฉพาะความมีชีวิตและความงอกในไร่เท่านั้น

ตารางที่ 4.13 ค่าสหสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ภายหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 180 วัน (GER = ความงอก, TZ = ความมีชีวิต, Speed = ความเร็วในการงอก, Field = ความงอกในไร่, EC = การรั่วไหล และ IM = การดูดน้ำ)

	TZ	Speed	Field	EC	IM
GER	0.928 **	1.000 **	0.877 *	-0.969 **	-0.767
TZ		0.928 **	0.986 **	-0.981 **	-0.910 *
Speed			0.877 *	-0.969 **	-0.767
Field				-0.942 **	-0.934 **
EC					0.836 *

*, ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01, ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Regresstion

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5$$

$$y = (1.113 \times 10^{-12}) + (-5.889 \times 10^{-15})(x_1) + (20.000)(x_2) + (1.442 \times 10^{-15})(x_3) + (-2.796 \times 10^{-15})(x_4) + (1.412 \times 10^{-16})(x_5)$$

(y = ความงอก, x_1 = ความมีชีวิต, x_2 = ความเร็วในการงอก, x_3 = ความงอกในไร่, x_4 = การรั่วไหลหรือการนำไฟฟ้า และ x_5 = การดูดน้ำ)

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่มภายหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 180 วัน โดยใช้ Multiple Regression พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ (b_2) ของ ความเร็วในการงอก คือ 20.000 มีค่ามากที่สุด แสดงว่า ความเร็วในการงอกมีอิทธิพลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าความมีชีวิต การรั่วไหล ความงอกในไร่และการดูดน้ำ ที่มีค่าเท่ากับ -5.889×10^{-15}, -2.796×10^{-15}, 1.442×10^{-15} และ 1.412×10^{-15} ตามลำดับ โดยความเร็วในการงอกมีอิทธิพลในทางบวกต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ความงอกในไร่และการดูดน้ำ ตามลำดับ ส่วนความมีชีวิตอิทธิพลในทางลบต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ การรั่วไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

วัตถุประสงค์สำคัญของการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ก็เพื่อใช้เป็นวัสดุปลูก ระยะเวลาการเก็บรักษาอาจจะสั้นเพียงไม่กี่สัปดาห์ไปจนถึง 1 ฤดูปลูก หรือยาวนานกว่านั้น การที่จะประสบความสำเร็จในการเก็บรักษานั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการได้แก่ พันธุกรรม (Wien and Kueneman. 1981 ; Smith and Berjak. 1995) สภาพอากาศภายหลังการสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยว (Delouche.1980 ; Franca Neto *et al.* 1994 ; Dornbos. 1995b) การลดความชื้น (Thomson. 1979 ; Wilson. 1995 ; McDonald and Copeland. 1997) และสภาพแวดล้อมหลังการเก็บเกี่ยว (Justice and Bass. 1979 ; Wilson. 1995)

พันธุ์พืชชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กันจะให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกัน (Paschal and Ellis. 1978 ; Wien and Kueneman. 1981 ; Smith and Berjak. 1995) การทดลองนี้ใช้ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งได้รับจากแหล่งผลิตเดียวกันได้รับการดูแลรักษาภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน และเก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด (Tekrony and Ellis. 1977 ; Dornbos. 1995b) แต่เมล็ดพันธุ์ทั้ง 2 พันธุ์ ก็ยังคงแสดงความแตกต่างให้เห็นในด้านความงอกและความแข็งแรง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Nangju (1977) ที่พบว่าถั่วเหลืองต่างพันธุ์กัน ปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ได้รับการดูแลรักษาเหมือนกัน จะให้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพแตกต่างกัน เนื่องจากมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนต่างกัน ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวมีคุณภาพต่างกันไปด้วย ในที่นี้พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 มีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าพันธุ์ ชม.60 ความแตกต่างนี้น่าที่จะเป็นผลมาจากพันธุกรรม (วันชัย. 2533 ; Wien and Kuenman. 1981) โดยพันธุ์ สจ.5 จะมีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่าพันธุ์ ชม.60 ลักษณะพันธุกรรมเช่นนี้ก็ยังคงปรากฏอยู่ในระหว่างการเก็บรักษาอีกด้วย จึงทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ สจ.5 ยังคงสูงกว่าพันธุ์ ชม.60 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ วันชัย (2533) ซึ่งพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีจะมีอายุการเก็บรักษายาวนานกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ Smith and Berjak (1995) เสนอว่า การมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานนี้เกิดจากปัจจัยทางพันธุกรรมเป็นสำคัญ ดังนั้นการที่เมล็ดพันธุ์ สจ.5 มีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ ชม.60 ไม่ว่าจะก่อนหรือภายหลังการเก็บรักษาจึงน่าที่จะเกิดจากปัจจัยทางพันธุกรรมมากกว่า

การที่จะเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้ยังคงมีความงอกสูงอย่างน้อย 1 ฤดูปลูก ควรทำการลดความชื้นเมล็ดให้เหลือประมาณ 10% หรือให้สมดุลกับความชื้นสัมพัทธ์ 65% (Harrington. 1973) ดังนั้นการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์จึงเป็นขั้นตอนสำคัญก่อนที่จะทำการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ การทดลองนี้เป็นการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา ซึ่งเป็นระยะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด (Tekrony *et al.* 1980) การเปลี่ยนแปลงในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังจากระยะนี้ จึงควรที่จะเกิดจากผลของการลดความชื้นแต่เพียงปัจจัยเดียว

การลดความชื้นเป็นการทำให้น้ำภายในเมล็ดระเหยออกไปสู่อากาศ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำกว่าจุดสมดุลกับความชื้นของเมล็ด ความชื้นก็จะระเหยออกไปจากพื้นผิวของเมล็ด ทำให้ความชันของความชื้น (moisture gradient) เกิดขึ้นภายในเมล็ด น้ำที่อยู่ภายในเมล็ดก็จะเคลื่อนตัวไปสู่พื้นผิวและระเหยออกไปจากเมล็ด (Justice and Bass. 1979) เมื่อใดก็ตามที่ moisture gradient บริเวณพื้นผิวเมล็ดชันกว่า moisture gradient ภายในเมล็ด จะทำให้ความชื้นบริเวณพื้นผิวเมล็ดระเหยออกไปอย่างรวดเร็วกว่าความชื้นภายในเมล็ด ผลจากการแห้งลงอย่างรวดเร็วเกินไปนี้จะทำให้เกิดการแตกร้าวของพื้นผิวเมล็ด ทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอกและความแข็งแรง (Harrington. 1973 ; McDonald and Copeland. 1997) ในการทดลองนี้การที่ความชื้นของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็วเกินไป เกิดจากเมล็ดได้รับอุณหภูมิที่สูงกว่า และหรือได้รับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำเกินไป จึงทำให้เมล็ดเกิดการแตกร้าวขึ้น Tanner and Hume (1978) เสนอว่าการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ ควรให้เมล็ดได้รับอุณหภูมิต่ำกว่า 38^{o}ซ และอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 40-50% Ghaly and Sutherland (1984) รายงานว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์พืชน้ำมัน โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อความงอกอยู่ที่ 43^{o}ซ การลดความชื้นอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้วยแสงอาทิตย์ เกิดจากเมล็ดได้รับอุณหภูมิที่สูงถึง 55^{o}ซ ในบางวัน และในบางวันความชื้นสัมพัทธ์ลดลงต่ำกว่า 40% จึงทำให้เมล็ดเกิดการแตกร้าวขึ้น เปอร์เซ็นต์การแตกร้าวนี้จะเกิดขึ้นมากในเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ เช่น พันธุ์ ชม.60 ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีความต้านทานต่ำกว่าพันธุ์ สจ.5 จึงทำให้ได้รับผลกระทบมากกว่า อย่างไรก็ตามความชื้นที่ลดลงอย่างรวดเร็วด้วยแสงอาทิตย์นี้ไม่มีผลที่จะทำให้เกิดการสูญเสียความงอกอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษานี้จึงขัดแย้งในบางส่วนกับข้อเสนอแนะของ Harrington (1973) และ Bass (1980) ซึ่งอธิบายว่า การทำให้เมล็ดลดลงอย่างรวดเร็วด้วยอุณหภูมิที่สูงจะทำให้เมล็ดเกิดการแตกร้าวอย่างรุนแรงและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ลดลง

ถึงแม้ว่าการลดความชื้นเมล็ดลงอย่างรวดเร็วด้วยแสงอาทิตย์จะไม่มีผลรุนแรงเพียงพอที่จะทำให้เกิดการสูญเสียความงอกของเมล็ดพันธุ์ แต่ก็มีผลทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง สิ่งนี้เป็นการชี้ให้เห็นว่าได้มีความเสียหายบางอย่างเกิดขึ้นภายในเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นลงอย่างรวดเร็ว แต่ไม่รุนแรงเพียงพอที่จะทำให้เกิดการลดลงของความงอกในขณะทำการตรวจสอบ ความเสียหายนี้อาจเกิดขึ้นในระดับเซลล์ (ultrastructure level) ในระหว่างการลดความชื้นลงอย่างรวดเร็ว (Adams *et al.* 1983) จึงอาจมีผลทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ซึ่งเป็นดัชนีที่ไวกว่าความงอกลดลง โดยทั่วไปเมื่อเมล็ดเริ่มเข้าสู่ระยะสุกแก่ ความชื้นของเมล็ดจะสูญเสียไปโดยสัมพันธ์ไปกับการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของระบบเมมเบรนหลังจากที่พัฒนามาจนสมบูรณ์แล้ว (Klein and Pollock. 1968 ; Abdul-Baki and Baker. 1973) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เช่น โครงสร้างของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

plasma membrane ไม่ต่อเนื่องกัน ชั้นของ rough endoplasmic reticulum (ER) ลดลง mitochondria มีรูปร่างผิดปกติและโครงสร้างเมมเบรนภายในไม่สมบูรณ์หรือหายไป (Paulson and Srivastava. 1968 ; Webster and Leopold. 1977 ; Abdul-Baki. 1980) การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เกิดขึ้นเพื่อป้องกันตัวเองในการสูญเสียคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในขณะที่เมล็ดแห้ง เมื่อนำเมล็ดนี้ไปเพาะโครงสร้างต่างๆ ดังกล่าวก็จะกลับคืนมาปกติ ในกรณีของการทดลองนี้การสูญเสียน้ำไปจากเมล็ดอย่างรวดเร็วด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์อาจทำให้เกิดความเสียหายกับระบบเมมเบรน (Adams *et al.* 1983 ; Seyedin *et al.* 1984) จนทำให้การซ่อมแซมตัวเองของเมมเบรนในระหว่างการดูดน้ำของเมล็ดไม่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ (Abdul-Baki. 1980) จึงมีผลทำให้มีอัตราการรั่วไหล และอัตราการดูดน้ำของเมล็ดเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าเมล็ดที่ลดความชื้นด้วยลมร้อนซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิและด้วยลมในที่ร่ม ปรากฏการเช่นนี้เป็นการชี้ให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของ membrane permeability โดยอาจมีสาเหตุมาจากการเสื่อมสภาพของเมมเบรน (Sreeramulu. 1983) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญเบื้องต้นที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (Powell and Matthews. 1977 ; Ferguson *et al.* 1990) การมีความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับการรั่วไหลและการดูดน้ำ เป็นการยืนยันให้เห็นว่าอาจมีการเสื่อมของเมมเบรนเกิดขึ้นจนทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความแข็งแรง (Abdul-Baki. 1980)

ความชื้นและอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ใน 2 ปัจจัยนี้ความชื้นนับได้ว่ามีอิทธิพลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มากกว่า (Delouche *et al.* 1973 ; Chin. 1976 ; Justice and Bass. 1979) Sripichitt *et al.* (1988) ทำการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 6 หรือ 8% ในภาชนะที่ปิดแน่นสนิทที่อุณหภูมิ 26^{o}ซ ผลปรากฏว่าเมล็ดพันธุ์ยังคงมีความงอกสูงกว่า 90% ตลอดระยะเวลา 12 เดือน Chin (1976) เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ระดับความชื้น 8, 12 และ 16% ที่อุณหภูมิ 20^{o}ซ, 28^{o}ซ และ 38^{o}ซ นาน 6 เดือน เขาพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้น 8% ไม่แสดงการสูญเสียความงอกและความแข็งแรง ดังนั้นเมื่อเมล็ดพันธุ์ได้รับการลดความชื้นให้อยู่ในระดับต่ำอย่างเหมาะสมต่อการเก็บรักษาแล้ว อุณหภูมิของสถานที่เก็บรักษาก็จะมีความสำคัญน้อยมาก อย่างไรก็ตามถ้าเมล็ดพันธุ์ที่ใช้มีคุณภาพไม่ดีหรือมีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมต่ำ การลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่ต่ำและเหมาะสมก็ไม่ได้ทำให้เมล็ดพันธุ์มีอายุเก็บรักษาได้ยาวนานเลย ในทางตรงกันข้ามถ้าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีและเป็นพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อม ก็จะไม่พบการเปลี่ยนแปลงในความงอกและความแข็งแรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำการลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม อย่างไรก็ตามผลจากการย้อมสีด้วย TZ เป็นการแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่ามีการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงในสัดส่วนของ TZ1 ถึง TZ7 เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นและอาการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ การลดลงในสัดส่วนของ TZ1 เป็นการชี้ให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงลดลง (Yaklich and Kulik. 1979) การติดสีแดงเข้ม (TZ3, TZ6 และ TZ7) เกิดจากสารละลาย TZ ซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อได้เร็วและลึก จึงทำให้มองเห็นเป็นสีแดงเข้มกว่าเนื้อเยื่อปกติ ซึ่งอาจเกิดจากเมมเบรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเซลล์ที่ยังมีชีวิตได้รับความเสียหายเกินกว่าที่จะทำการซ่อมแซมตัวเองได้ ทำให้เกิดการรั่วไหลของสารต่างๆ ออกไปในขณะเดียวกันก็จะดูดสารเคมีเข้าไปอย่างรวดเร็ว โดยไม่สามารถควบคุมตัวเองได้ (Powell and Matthews. 1977) ดังนั้นการติดสีแดงเข้มดังกล่าวจึงน่าที่จะใช้เป็นการบ่งชี้ให้เห็นได้ว่ามีการเสื่อมของเมมเบรนเกิดขึ้น ซึ่งเกิดขึ้นโดยที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เมื่อเก็บรักษาได้ 120 วัน (ภาพที่ 4.2 และ 4.5) การเสื่อมของเมมเบรนจึงอาจเป็นสาเหตุสำคัญเบื้องต้นที่จะนำไปสู่การสูญเสียความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Delouche and Baskin. 1973 ; Powell and Matthews. 1977 ; Basavarajappa *et al.* 1991)

ดังนั้นการที่จะประสบความสำเร็จในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไม่ควรที่จะคำนึงถึงเฉพาะแต่ปัจจัยในการเก็บรักษาแต่เพียงอย่างเดียว ปัจจัยก่อนการเก็บรักษาก็มีความสำคัญเช่นกัน ได้แก่ ระยะการเก็บเกี่ยว คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ลักษณะทางพันธุกรรมและการลดความชื้น ผลจากการศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พบว่า การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่ทางสรีรวิทยาจนกระทั่งเมล็ดพันธุ์มีความชื้นที่ต่ำถึง 8% ด้วยแสงอาทิตย์นั้น เมล็ดพันธุ์ยังคงมีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่า 80% ในระยะ 60 วันแรกของการเก็บรักษา คุณภาพคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก็ยังคงอยู่ในระดับนี้ได้ยาวนานกว่าถึง 180 วันของการเก็บรักษาในกรณีที่ลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ความสำเร็จดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี และมีลักษณะทางพันธุกรรมดีควบคู่กันไป ดังนั้นถึงแม้ว่าการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะเป็นสิ่งที่หยุดไม่ได้ แต่สามารถที่จะชลอจนกว่าจะถึงฤดูปลูกต่อไปได้ภายใต้อุณหภูมิห้อง โดยเลือกใช้พันธุ์พืชที่มีลักษณะทางพันธุกรรมดี มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดี เก็บเกี่ยวในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยาซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพสูงสุดและยังหลีกเลี่ยงปัญหาการเสื่อมคุณภาพในไร่ภายหลังการสุกแก่ได้อีกด้วย ส่วนการลดความชื้นนั้นในกรณีที่สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยให้ใช้แสงอาทิตย์ ก็อาจใช้เครื่องลดความชื้นที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ หรืออาจผึ่งลมในที่ร่มโดยให้มีลมพัดผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

การที่จะประสบความสำเร็จในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าพันธุ์และการลดความชื้นก็เป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงไว้ด้วย

เมล็ดพันธุ์ สจ.5 แสดงให้เห็นถึงการมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ ชม.60 ไม่ว่าจะเป็นก่อนหรือภายหลังการเก็บรักษา สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ ชม.60 อ่อนแอหรือไม่มีความต้านทานต่อสภาพอากาศ จึงทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพมากขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นด้วยวิธีการต่างๆ นี้ การลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มีผลทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงต่ำกว่าการลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนและด้วยลมในที่ร่ม สาเหตุน่าที่จะเกิดจากการมีอุณหภูมิสูงถึง 50^{o}ซ และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50% จึงทำให้ความชื้นในเมล็ดระเหยออกเร็วเกินไปจนทำให้เกิดการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดและระบบเมมเบรนได้รับความเสียหาย จนมีผลทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์อาจมีสาเหตุมาจากเมมเบรนได้รับความเสียหายจนเกินกว่าที่จะซ่อมแซมตัวเองได้ อย่างไรก็ตามการใช้พันธุ์ที่มีคุณภาพดีและมีความต้านทานต่อสภาพอากาศ เช่น พันธุ์ สจ.5 ก็สามารถใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้อย่างน้อย 1 ฤดูปลูก ถึงแม้ว่าจะลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ก็ตาม เมื่อคำนึงคุณภาพสูงสุดของเมล็ดพันธุ์การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวเมื่อสุกแก่ทางสรีรวิทยาน่าที่จะใช้การลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนหรือด้วยลมในที่ร่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2537. **พืชไร่**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

กองขยายพันธุ์พืช. 2527. **อิทธิพลของขนาดเมล็ดที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง.** กรุงเทพฯ : กองขยายพันธุ์พืช กรมส่งเสริมการเกษตร.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2540. **การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS FOR WINDOWS.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2521. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2523. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์**. กรุงเทพฯ : เอกสารประกอบการสอนวิชาพืชไร่นา ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** กรุงเทพฯ : กลุ่มหนังสือเกษตร

จิรากร โกศัยเสรี. 2526. "อิทธิพลของเวลาเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนีนาฏ สมบัติศิริ และคณะ. 2521. "ศึกษาการเจริญเติบโตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตจากสายพันธุ์ใหม่." หน้า 216. ใน **รายงานผลการทดลองและวิจัยประจำปี 2526** (ฉบับย่อ). กรุงเทพฯ : กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นงลักษณ์ ประกอบบุญ. 2524. "Viability of soybean as affected by threshing injury." หน้า 59-65. ใน **รายงานการสัมมนาเรื่องวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวของข้าว พืชไร่และพืชสวน 19-20 พฤศจิกายน 2524.** กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปริศนา ภูวบัณฑิตสิน. 2527. "ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดพันธุ์กับความงอกในสภาพไร่ การเจริญเติบโตในระยะแรกและผลผลิตของละหุ่ง." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิมพาพร เทวาหุดี และคำพันธ์ ศิริสมภาร. 2531. "อายุการเก็บรักษาและระยะเวลาการพักตัวของเมล็ดหญ้ารูซี่ที่เก็บรักษาในสภาพต่างๆ กัน." หน้า 45-55. ใน **รายงานการสัมมนาความก้าวหน้าของงานวิจัยและพัฒนาวิทยาการเมล็ดพันธุ์ ครั้งที่ 3.** กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พูนพันธ์ สมบัติ์นันท์ และคณะ. 2529. "รายงานผลการวิจัยประจำปี (ถั่วเหลือง)." เชียงใหม่ : ศูนย์วิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

ไพฑูรย์ ปานเปรม. 2529. "ศึกษาการเสื่อมสภาพในถั่วลิสง." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยวนใจ อ่อนเรียบร้อย. 2526. "ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดกับการเจริญเติบโตและลักษณะบางประการในข้าวโพดไร่." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิลลี่ กาวิตี๊ะ. 2537. **ถั่วเหลือง.** เอกสารวิชาการปลูกพืชไร่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2533. "การศึกษาความงอก ความแข็งแรง และความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 18 สายพันธุ์." **วิทยาสารเกษตรศาสตร์.** 24 : 261-267.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัลลภ สันติประชา. 2538. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

สนิท ลวดทอง. 2535. "ถั่วเหลืองพันธุ์ มข.35." หน้า 13-19. ใน **การสัมมนาทางวิชาการถั่วเหลือง ครั้งที่ 4.** คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สวัสดิ์ หาญปราบ และคณะ. 2535. **รายงานสัมมนาทางวิชาการถั่วเหลือง ครั้งที่ 4.** คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรศักดิ์ ลิ้มปิติ และคณะ. 2529. "อิทธิพลของระยะเวลาการตากและวิธีนวดต่อคุณภาพของถั่วเขียวหลังนา." **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 4 : 244-251.

อนงค์ รัตนอุบล. 2531. "ผลการเก็บเกี่ยวล่าช้า วิธีการนวด และการเก็บรักษาในสภาพต่างๆ ต่อคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merr)." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2528. **คู่มือการปลูกถั่วเหลืองด้วยรูปภาพ.** กรุงเทพฯ : กลุ่มหนังสือเกษตร.

อารมย์ ศรีพิจิตต์. 2524. **วิทยาการเมล็ดพันธุ์เบื้องต้น.** ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อารมย์ ศรีพิจิตต์. 2533. "ผลของการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยซิลิกาเจลที่มีต่อการติดสีของ TTC ความงอก ความแข็งแรง และการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดของเมล็ด." **วารสารวิชาการเกษตร.** 24 (2) : 167-175.

อารมย์ ศรีพิจิตต์. 2537. "การบ่งชี้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดถั่วเหลืองที่สุกแก่ในระยะสรีรวิทยา." **วารสารวิชาการเกษตร.** 12 : 170-174.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อารมย์ ศรีพิจิตต์. 2544. "อิทธิพลของระยะสุกแก่และการลดความชื้นต่อความงอก ความแข็งแรง และการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา." **วารสารวิชาการเกษตร.** 19 : 58-70.

Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973. "Vigor determination in soybean by multiple criteria." **Crop Sci.** 13 : 630-633.

Abdul-Baki, A.A. and Baker, J.E. 1973. "Are changes in cellular organelles or membranes related to vigor loss in seed." **Seed Sci. and Technol.** 1 : 89-125.

Abdul-Baki, A.A. 1980. "Biochemical aspects of seed vigor." **HortScience** 15 : 765-770.

Adams, C.A. and Rinne, R.W. 1981. "Seed maturation in soybeans (*Glycine max* L. Merr.) is independent of seed mass and of the parent plant, yet is necessary for production of viable seeds." **J. Exp. Bot.** 32 : 615-620.

Adams, C.A. *et al.* 1983. "Characteristics of soybean seed maturation : Necessity for slow dehydration." **Crop Sci.** 23 : 265-267.

Anonymous. 1976. "International Rules of Seed Testing." **Seed Sci. and Technol.** 4 (1) : 3-177.

Anonymous. 1980. **Annual Report.** Pages 137-142. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.

AOSA. 1983. **Seed Virgor Testing Handbook.** Contribution No. 32. Association of Official Seed Analyst. USA.

Basavarajappa, B.S. *et al.* 1991. "Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated ageing of maize seeds." **Seed Sci. and Technol.** 19 : 279-286.

Bass, L.N. 1978. "Sealed storage of crimson clover seed." **Seed Sci. and Technol.** 6 : 1017-1024.

Bass, L.N. 1979. "Physiological and other aspects of seed preservation." Pages 145-170. In I. Rubenstein, R.L. Phillips, C.E. Green and B.G Gengenbach, eds. **The Plant Seed : Development, Preservation and Germination.** New York : Academic Press, Inc.

Bass, L.N. 1980. "Seed viability during long term storage." Pages 117-141. In J. Janick, ed. **Horticultural Review.** Vol. 2. Connecticut : The AVI Publishing Co., Inc.

Bhatia, V.S. *et. al.* 1993. "Effect of field weathering on soybean cv. Punjab1 and JS 71-05." **J. Seed Res.** 21(2) : 92-93.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Brown, R.B. *et. al.* 1979. "Effect of drying method on grain corn quality." **Cereal Chem.** 56 : 529-532.

Chin, H.F. 1976. "Influence of seed quality on plant growth and development." Pages 75-83. In H.F. Chin, I.C. Enoch and R.M. Raja Harun, eds. **Seed Technology in The Tropics.** Serdang, Selangor, Malaysia : Universiti Pertanian Malaysia.

Ching, T.M. and Abu–Shakra, S. 1965. "Effect of water vapor transmission rates of package material and storage condition on seed quality." **Agron. J.** 57 : 285-287.

Ching, T.M. and Schoolcraft, I. 1968. "Physiological and chemical difference in aged seed." **Crop Sci.** 8 : 407-409.

Ching, T.M. 1973. "Biochemical aspect of seed vigor." **Seed Sci. and Technol.** 1 : 73-88.

Christensen, C.M. and Kaufman, H.H. 1969. **Grain Storage.** Minneapolis : Univ. of Minnesota Press.

Clark, D.C. and Bass, L.N. 1975. "Effect of storage condition, packaging materials, and moisture content on longevity of crimson clover seeds." **Crop Sci.** 15 : 577-580.

Costa, A.V. 1980. "Delay in harvest after maturity and its effect on seed quality and seedling in 18 cultivars and lines of soybean." **Field Crop Abstr.** 33 (2) : 10-41.

Dassou, S. and Kueneman, E.A. 1984. "Screening methodology for resistance to field weathering of soybean seed." **Crop Sci.** 24 : 774-779.

Delouche, J.C. 1968. "Precepts for seed storage." Pages 85-119. In **Proc. Short Course for Seedmen.** Mississippi : Mississippi State Univ.

Delouche, J.C. 1971. "Determinants of seed quality." Pages 53-68. In **Proc. Short Course for Seedmen**. Mississippi : Mississippi State Univ.

Delouche, J.C. and Baskin, C.C. 1973. "Accelerated aging techniques for predicting the storability of seed lot. " **Seed Sci. and Technol.** 1 (2) : 427-453.

Delouche, J.C. *et al.* 1973. "Storage of seed in sub-tropical regions." **Seed Sci. and Technol.** 1 : 427-452.

Delouche, J.C. *et al.* 1974. "Maintaining soybean seed quality." Pages 42-46. In **Soybean Production, Protection and Use. Bulletin Y-69.** Tennessee : National Fertilizer Development Center.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Delouche, J.C. 1975. "Seed quality and storage of soybeans." Pages 86-107. In D.K. Whigham, ed. **Proceeding : Soybean Production, Protection and Utilization.** INTSOY Series No. 6. University of Illinois : Urbana-Champaign.

Delouche, J.C. 1980. "Environment effects on seed development and seed quality." **HortScience** 15 : 755-780.

Dornbos, D.L., Jr. 1995a. "Production environment and seed quality." Pages 119-152. In A.S. Basra, ed. **Seed Quality : Basic Mechanisms and Agricultural Implications.** New York : Food Products Press, an imprint of the Haworth Press, Inc.

Dornbos, D.L., Jr. 1995b. "Seed vigor." Pages 45-80. In A.S. Basra, ed. **Seed Quality : Basic Mechanisms and Agricultural Implications.** New York : Food Products Press, an imprint of the Haworth Press, Inc.

Edwards, C.J. and Hartwig, E.E. 1971. "Effect of seed size upon rate of germination in soybeans." **Agron. J.** 63 : 429-430.

Escoar, R. 1983. "Comparison of some method for the evaluation of germination in seed of maize (*Zea mays* L.)." **Field Crop Abstr.** 36 (7) : 548.

FAO. 1976. **FAO Production Yearbook,** Vol. 30. Rome : FAO.

Ferguson, J.M. *et al.* 1990. "Changes during early soybean seed and axes deterioration : I Seed quality and mitochondrial respiration." **Crop Sci.** 30 : 175-179.

Foster, G.H. 1973. "Heated-air grain drying." Pages 189-208. In R.N. Sinha and W.E. Mui, eds. **Grain Storage : Part of a System.** Connecticut : The AVI Publishing Co., Inc.

Franca Neto *et al.* 1994. "Seed production and technology for the tropics." Pages 217-240. In **Tropical Soybean : Improvement and Production.** Rome : FAO.

Ghaly, T.F. and Sutherland, J.W. 1983. "Quality aspects of heated-air drying of soybeans." **J. Stored Prod. Res.** 19 : 31-41.

Ghaly, T.F. and Sutherland, J.W. 1984. "Heat damge to grain and seeds." **J. Agric. Eng. Res.** 30 : 337-345.

Grabe, D.F. 1976. "Measurement of seed vigor." **J. Seed Technol.** 1 (2) : 18-22.

Green, D.E. *et al.* 1965. "Effect of planting date and maturity date on soybean seed quality." **Agron. J.** 57 : 165-168 .

Green, D.E. *et al.* 1966. "Effect of seed moisture content, field weathering and combine cylinder speed on soybean seed quality." **Crop Sci.** 6 : 7-10.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gregg, B.R. 1982. "Soybean seed quality and practical storage." Pages 52-56. In J.B. Sinclair and J.A. Jakcobs, eds. **Soybean Seed Quality and Stand Establishment.** INTSOY Series No. 22. University of Illinois : Urbana- Illinois.

Halder, S. and Gupta, K. 1980. "Effect of storage of sunflower seed in high and low relative humidity on solute leaching and internal biochemical changes." **Seed Sci. and Technol.** 8 (3) : 317-321.

Harrington, J.F. 1972. "Seed storage and longevity." Pages 145-245. In T.T. Kozlowski, ed. **Seed Biology.** Vol. 3. New York : Academic Press Inc.

Harrington, J.F. 1973. "Problems of seed storage." Pages 251-263. In W. Heydecker, ed. **Seed Ecology.** London : Butterworth.

Hobbs, P.R. and Obendrof, R.L. 1972. "Interaction of initial seed moisture and imbibitional temperature on germination and productivity of soybean." **Crop Sci.** 12 : 664-667.

Hor, Y.L. 1976. "Storage of field crop seeds under Malaysian condition." Pages 123-133. In H.F. Chin, I.C. Enoch and R.M. Raja Harun, eds. **Seed Technology in The Tropics.** Serdang, Selangor, Malaysia : Universiti Pertanian Malaysia.

Horling, G.P. *et al.* 1994. "Weathering of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] in the tropics, as affected by seed characteristics and reproductive development." **Trop. Agric. (Trinidad)** 71 (2) : 110-115.

ISTA. 1985. "International rules for seed testing." **Seed Sci. and Technol.** 13 : 299-355.

Johnson, R.R. and Wax, L.M. 1978. "Relationship of soybean germination and vigor test to field performance." **Agron. J.** 70 : 273-278.

Justice, O.L. and Bass, L.N. 1979. **Principles and Practices of Seed Storage.** London : Castle House Publications Ltd.

Klein, S. and Pollock, B. 1968. "Cell fine structure of developing lima bean seeds related to seed desiccation." **Am. J. Bot.** 55 : 658-672.

Kueneman, E.A. 1982. "Genetic differences in soybean seed quality : screening methods for cultivar improvement." Pages 31-41. In J.B. Sinclair and J.A. Jackobs, eds. **Soybean Seed Stand Establishment.** Proceedings of Conference for Scientists of Asia. International Agriculture Publication. INTSOY Series No.22.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Maguire, J.D. 1977. "Seed quality and germination." Pages 219-235. In A.A. Klam, ed. **The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination**. Amsterdam : North - Holland Publishing Co.

Mallick, A.K. and Nandi, B. 1979. "Role of moisture content in deterioration of rough rice in storage." **Seed Sci. and Technol.** 7 (3) : 423-429.

Matthews, S. and Bradnock, W.T. 1968. "Relationship between seed exudation and field emergence in peas and French beans." **Hort. Sci.** 8 : 89-93.

Mason, S.C. *et al.* 1982. "Standard, cold, and tetrazolium germination test as estimators of field emergence of mechanically damage soybean seed." **Agron. J.** 74 : 546-550.

McDonald, M.B. and Copeland, L.O. 1997. **Seed Production : Principles and Practices**. New York : Chapman and Hall.

Moysey, E.B. 1973. "Storage and drying of oil seed." Pages 229-250. In R.N. Sinha and W.E. Muir, eds. **Grain Storage - Part of System**. Connecticut : The AVI Publishing Co., Inc.

Nangju, D. 1977. "Effect of date harvest on seed quality and viability of soybean." **J. Agric. Sci.** 89 : 107-112.

Nangju, D. *et al.* 1980. "Improved practice for soybean seed production in the tropics." Pages 427-447. In P.D. Habblethawaite, ed. **Seed Production.** London : Butterworth and Co., (Publishers) Ltd.

Ndimande, B.N. *et al.* 1981. "Soybean seed deterioration in the tropics. I. The role of physiological factors and fungal pathogens." **Field Crop Res.** 4 : 112-121.

Neergaard, P. 1975. **Advances in Research and Technology of Seeds Part I**. Wageningen Center for Agricultural Publishing and Documentation.

Overhults, D.G. *et al.* 1973. "Drying soybean with heated air." **Transactions of The ASAE** 16 : 112-113.

Paschal, E.M. and Ellis, M.A. 1978. "Variation in seed quality characteristics of tropically grown soybean." **Crop Sci.** 18 : 837-840.

Paulson, R.E. and Srivastava, L.M. 1968. "The fine structure of the embryo of *Lactuca sativa* L. Dry embryo." **Can. J. Bot.** 46 : 1437-1450.

Pollock, B.M. *et al.* 1969. "Vigor of garden bean seeds and seedling influence by initial seed moisture, substrate, oxygen and imbibition temperature." **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 94 : 577-584.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Popinigis, F. 1972. "Immediate effects of mechanical injury on soybean (*Glycine max* (L.) Merr.)." Mississippi : Mississippi State Univ.

Powell, A.A. and Matthews, S. 1977. "Deteriorative changes in pea seed (*Pisum sativum* L.) stored in humid or dry conditions." **J. Exp. Bot.** 28 : 225-234.

Powell, A.A. and Matthews, S. 1979. "The influence of testa condition on the imbibition and vigor of pea seed." **J. Exp. Bot.** 30 : 193-197.

Presley, J.T. 1958. "Relation of protoplast permeability to cotton seed viability and predisposition to seedling disease." **Plant Dis. Rep.** 42 : 582.

Priestley, D.A. *et al.* 1985. "Organic free radical levels in seed and pollen : The effect of hydration and aging." **Physiologia Plantarum** 64 : 88-94.

Saisawat, P. 1973. "Storage of soybean and sorgum seed as influenced by hysteresis effect." Mississippi : Mississippi State Univ.

Scott, W.O. and Aldrich, S.R. 1970. **Modern Soybean Production.** Champaign, Illinois : S.A. Publications.

Seyedin, N. *et al.* 1984. "Physiological studies on the effect of drying temperature on corn seed quality." **Can J. Plant Sci.** 64 : 497-504.

Shephard, H.L. *et al.* 1996. "The influence of seed matulity at harvest and drying method on the embryo, α - amylase actively and seed vigour in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.)." **Seed Sci. and Technol.** 24 : 245-259.

Smith, M.T. and Berjak, P. 1995. "Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccation – toterant and desiccation – sensitive seeds." Pages 701-746. In J. Kigel and G. Galili, eds. **Seed Development and Germination.** New York : Marcel Dekker, Inc.

Sreeramulu, N. 1983. "Leakage during imbibition by seeds of bambarra groundnut (*Voandzeia subterranea* (L.) Thouars) at different stages of loss of viability." **Trop. Agric.** 60 (40) : 265-268.

Sripichitt, A. *et al.* 1988. "Effect of storage on changes in TTC staining pattern and germination of soybean seed." **Japan J. Trop. Agr.** 31 : 95-103.

Starzinger, E.K. *et al.* 1982. "An observation on the relationship of soybean seed coat color to viability maintenance." **Seed Sci. and Technol.** 10 : 301-305.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stewart, R.C. and Bewley, J.D. 1980. "Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes." **Plant Physiol.** 65 : 245-248.

Tanner, J.W. and Hume, D.J. 1978. "Management and production." Pages 158-216. In A.G. Norman, ed. **Soybean Physiology, Agronomy, and Utilization.** New York : Academic Press, Inc.

Tao, K.J. 1978. "Factors causing variation in the conductivity test for soybean seeds." **J. Seed Technol.** 3 (1) :10-18.

Tao, K.J. 1979. "An evaluation of alternative methods of accelerated aging seed vigor test for soybeans." **J. Seed Technol.** 3 : 30-40.

Tekrony, D.M. and Egli, D.B. 1977. "Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence." **Crop Sci.** 17 : 573-577.

Tekrony, D.M. *et al.* 1979. "Physiological maturity in soybeans." **Agron. J.** 71 : 771-775.

Tekrony, D.M. *et al.* 1980. "Effect of the field production environment on soybean seed quality." Pages 403-426. In P.D. Hebblethwaite, ed. **Seed Production.** London : Butterworth and Co., Ltd.

Tervet, I.W. 1945. "The influence of fungi on storage, on seed viability and seeding vigor of soybean." **Phytopathology** 35 : 3-15.

Thomson, J.R. 1979. **An Introduction to Seed Technology.** Great Britain : Thomson Litho Ltd.

Thongteera, W. 1985. "Relationship between size and moisture content of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seed to mechanical damage." M.S. Thesis, Mississippi : Mississippi State Univ.

Webster, B.D. and Leopold, A.C. 1977. "The ultrastructure of dry and imbibed cotyledons of soybean." **Amer. J. Bot.** 64 : 1286-1293.

Wien, H.C. and Kueneman, E.A. 1981. "Soybean seed deterioration in the tropics II. Varietal differences and techniques for screening." **Field Crops Res.** 4 : 123-132.

Wijandi, S. and Copeland, L.O. 1974. "Effect of origin, moisture content, maturity and mechanical damage on seed and seedling vigor of beans." **Agron. J.** 66 : 546-548.

White, G.M. *et al.* 1976. "Storage characteristics of soybean dried with heated air." **Transactions of The ASAE** 19 (2) : 306-310.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wilson, D.O., Jr. 1995. "The storage of orthodox seed." Pages 173-207. In A.S. Basra, ed. **Seed Quality : Basic Mechanisms and Agricultural Implications.** New York : Food Product Press, an imprint of the Haworth Press, Inc.

Woodstock, L. M. 1973. "Physiological and biochemical tests for seed vigour." **Seed Sci. and Technol.** 1 : 127-157.

Yacklich, R.W. and Abdul-Baki, A.A. 1975. "Viability in metabolism of individual axes of soybean seed and its relationship to vigor." **Crop Sci.** 15 : 424-426.

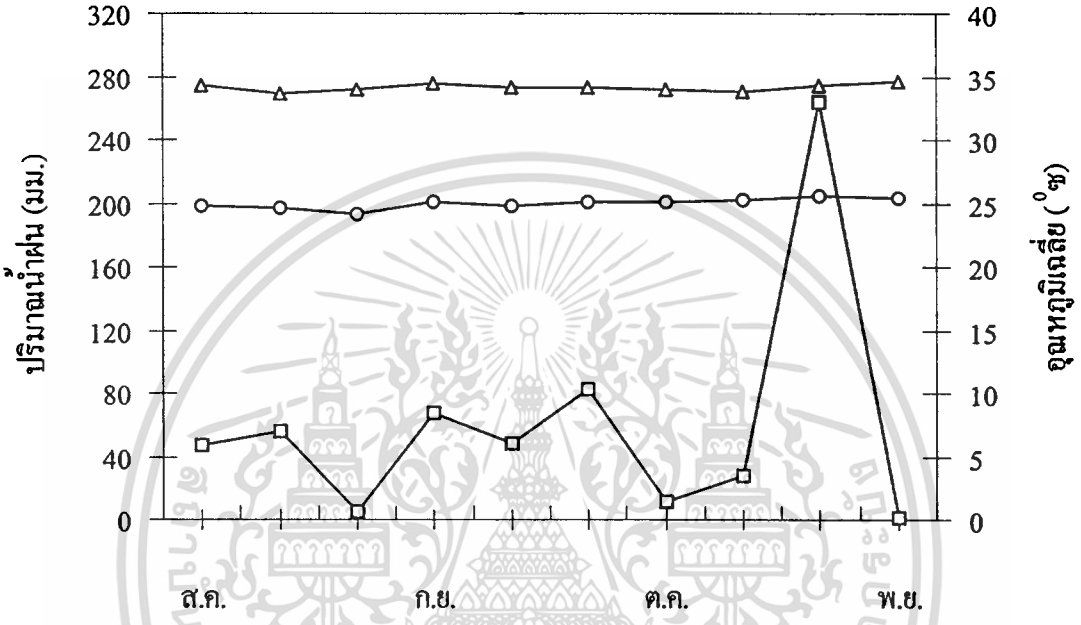
Yaklich, R.W. and Kulik, M.K. 1979. "Evalution of vigor tests in soybean seeds : ralationship of the standard germination test, seedling vigor classification, seedling length, and tetrazolium staining to field performance." **Crop Sci.** 19 : 247-252.

Yacklich, R.W. *et al.* 1979. "Evaluation of vigor in soybean seed : Influence of planting and soil type on emergence, stand and yield." **Crop Sci.** 19 : 242-246.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝน (มม. ; □) อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด (°ซ ; Δ) และต่ำสุด (°ซ ; O) ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน 2544 ที่แปลงเกษตรกร ต. ทุ่งนางาม อ. ลานสัก จ. อุทัยธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 อุณหภูมิต่ำสุด – สูงสุด และความชื้นสัมพัทธ์ ในระหว่างการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์

	แสงอาทิตย์					
จำนวนวัน	12.00 น.			17.00 น.		
	อุณหภูมิต่ำสุด (^{o}ซ)	อุณหภูมิสูงสุด (^{o}ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิต่ำสุด (^{o}ซ)	อุณหภูมิสูงสุด (^{o}ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
1	-	-	-	38	38	50
2	40	40	40	40	40	44
3	41	41	38	39	39	44
4	32	32	54	41	41	38
5	55	55	35	44	44	37
6	45	45	40	34	34	60
7	38	38	44	-	-	-

ตารางที่ 2 อุณหภูมิต่ำสุด – สูงสุด และความชื้นสัมพัทธ์ ในระหว่างการลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อน

	ตู้อบลมร้อน					
จำนวนวัน	12.00 น.			17.00 น.		
	อุณหภูมิต่ำสุด (^{o}ซ)	อุณหภูมิสูงสุด (^{o}ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิต่ำสุด (^{o}ซ)	อุณหภูมิสูงสุด (^{o}ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
1	-	-	-	38	40	56
2	38	40	55	39	40	50
3	37	40	52	39	40	50
4	36	40	55	38	39	54
5	38	39	54	38	40	54
6	39	40	51	37	40	52
7	39	40	51	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 อุณหภูมิต่ำสุด – สูงสุด และความชื้นสัมพัทธ์ ในระหว่างการลดความชื้นด้วยลมในที่ร่ม

	ลมในที่ร่ม					
จำนวนวัน	12.00 น.			17.00 น.		
	อุณหภูมิต่ำสุด (^{o}ซ)	อุณหภูมิสูงสุด (^{o}ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิต่ำสุด (^{o}ซ)	อุณหภูมิสูงสุด (^{o}ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
1	-	-	-	33	33	69
2	32	32	66	33	33	64
3	30	30	64	32	32	64
4	28	28	70	31	31	62
5	30	30	60	32	32	60
6	29	29	74	30	30	72
7	28	28	70	27	27	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ผลของพันธุ์ถั่วเหลือง วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์

พันธุ์ถั่วเหลือง	วิธีการลดความชื้น	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ความงอก (%)	ความมีชีวิต (%)
สจ.5	แสงอาทิตย์	0	94.00 abc[1]	99.00 a
		60	93.00 abc	97.00 ab
		120	95.00 abc	96.00 ab
		180	93.00 abc	94.00 ab
	ตู้อบลมร้อน	0	99.00 a	98.00 ab
		60	98.00 ab	100.00 a
		120	98.00 ab	96.00 ab
		180	97.00 abc	98.00 ab
	ลมในที่ร่ม	0	99.00 a	100.00 a
		60	96.00 abc	99.00 a
		120	96.00 abc	99.00 a
		180	96.00 abc	99.00 a
ชม.60	แสงอาทิตย์	0	85.00 bcdef	81.00 cde
		60	79.00 ef	76.00 ef
		120	73.00 f	63.00 g
		180	74.00 f	63.00 g
	ตู้อบลมร้อน	0	93.00 abc	88.00 abcd
		60	80.00 def	86.00 bcde
		120	75.00 f	78.00 de
		180	84.00 cdef	66.00 fg
	ลมในที่ร่ม	0	92.00 abcd	92.00 abc
		60	84.00 cdef	91.00 abc
		120	85.00 bcdef	88.00 abcd
		180	90.00 abcde	78.00 de

[1] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความ เป็นไปได้ 0.01 ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ผลของพันธุ์ถั่วเหลือง วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความเร็วในการงอกและความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์

พันธุ์ถั่วเหลือง	วิธีการลดความชื้น	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ความเร็วในการงอก (%)	ความงอกในไร่ (%)
สจ.5	แสงอาทิตย์	0	4.68 abc[1]	89.00 abc
		60	4.65 abc	90.00 abc
		120	4.75 abc	82.00 abc
		180	4.65 abc	70.00 bcd
	ตู้อบลมร้อน	0	4.95 a	91.00 ab
		60	4.90 ab	92.00 a
		120	4.90 ab	91.00 ab
		180	4.85 abc	80.00 abc
	ลมในที่ร่ม	0	4.95 a	91.00 ab
		60	4.80 abc	94.00 a
		120	4.80 abc	91.00 ab
		180	4.80 abc	82.00 abc
ชม.60	แสงอาทิตย์	0	4.20 cde	53.00 de
		60	3.90 de	38.00 efg
		120	3.65 e	2.00 i
		180	3.70 e	2.00 i
	ตู้อบลมร้อน	0	4.60 abc	69.00 cd
		60	3.91 de	40.00 ef
		120	3.70 e	17.00 hi
		180	4.20 cde	7.00 i
	ลมในที่ร่ม	0	4.60 abc	84.00 abc
		60	4.18 cde	43.00 ef
		120	4.25 bcde	27.00 fgh
		180	4.50 abcd	19.00 ghi

[1] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความ เป็นไปได้ 0.01 ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ผลของพันธุ์ถั่วเหลือง วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าการนำไฟฟ้าและการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์

พันธุ์ถั่วเหลือง	วิธีการลดความชื้น	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	การนำไฟฟ้า (µs /cm /g.seed)	การดูดน้ำ (mg /seed)
สจ.5	แสงอาทิตย์	0	98.63 efg[1]	154.74 de
		60	94.28 efgh	147.67 ef
		120	85.01 ghij	138.42 f
		180	73.04 hijk	143.35 ef
	ตู้อบลมร้อน	0	82.73 ghij	152.22 ef
		60	75.45 hijk	154.81 de
		120	70.44 ijk	152.83 e
		180	69.64 ijk	145.56 ef
	ลมในที่ร่ม	0	85.82 fghij	148.45 ef
		60	59.31 k	154.43 de
		120	64.81 jk	148.83 ef
		180	60.25 k	156.10 de
ชม.60	แสงอาทิตย์	0	120.10 cd	175.00 abc
		60	142.00 a	175.61 abc
		120	139.34 abc	175.82 abc
		180	140.16 ab	177.68 abc
	ตู้อบลมร้อน	0	100.12 efg	181.90 ab
		60	107.14 de	175.22 abc
		120	106.14 def	167.28 cd
		180	122.04 bcd	180.15 abc
	ลมในที่ร่ม	0	88.83 efghi	178.43 abc
		60	83.96 ghij	185.99 a
		120	84.25 ghij	171.76 bc
		180	94.29 efgh	175.40 abc

[1] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความ เป็นไปได้ 0.01 ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ในระหว่างการเก็บรักษา

SOURCE	df	SS	MS	F
Replication	3	124.00	41.33	1.13 ns
Treatment	23	6504.00	282.78	7.71 **
A	1	4266.67	4266.67	116.30 **
B	2	724.00	362.00	9.86 **
C	3	605.33	201.78	5.50 **
AxB	2	229.33	114.67	3.12 ns
AxC	3	400.00	133.33	3.63 *
BxC	6	114.67	19.11	0.52 ns
AxBxC	6	164.00	27.33	0.74 ns
ERROR	69	2532.00	36.70	
TOTAL	95	9160.00		

CV. = 6.77 %

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ในระหว่างการเก็บรักษา

SOURCE	df	SS	MS	F
Replication	3	4.50	1.50	0.05 ns
Treatment	23	13463.83	585.38	18.64 **
A	1	8437.50	8437.50	268.60 **
B	2	1484.33	742.17	23.63 **
C	3	1508.50	502.83	16.01 **
AxB	2	757.00	378.50	12.05 **
AxC	3	925.83	308.61	9.82 **
BxC	6	173.00	28.83	0.92 ns
AxBxC	6	177.67	29.61	0.94 ns
ERROR	69	2167.50	31.41	
TOTAL	95	15635.83		

CV. = 6.33 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ในระหว่างการเก็บรักษา

SOURCE	df	SS	MS	F
Replication	3	0.27	0.09	0.97 ns
Treatment	23	17.25	0.75	8.06 **
A	1	11.50	11.50	123.70 **
B	2	1.91	0.95	10.25 **
C	3	1.45	0.48	5.18 **
AxB	2	0.68	0.34	3.66 *
AxC	3	1.00	0.33	3.60 *
BxC	6	0.30	0.05	0.54 ns
AxBxC	6	0.41	0.07	0.73 ns
ERROR	69	6.42	0.09	
TOTAL	95	23.93		

CV. = 6.84 %

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ในระหว่างการเก็บรักษา

SOURCE	df	SS	MS	F
Replication	3	230.67	76.89	0.78 ns
Treatment	23	101069.33	4394.32	44.84 **
A	1	68694.00	68694.00	701.00 **
B	2	2780.33	1390.17	14.19 **
C	3	18369.33	6123.11	62.49 **
AxB	2	687.00	343.50	3.51 *
AxC	3	9566.00	3188.67	32.54 **
BxC	6	455.67	75.94	0.78 ns
AxBxC	6	517.00	86.17	0.88 ns
ERROR	69	6761.33	98.00	
TOTAL	95	108061.33		

CV. = 16.45 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ในระหว่างการเก็บรักษา

SOURCE	df	SS	MS	F
Replication	3	186.02	62.01	0.64 ns
Treatment	23	55832.98	2427.52	25.09 **
A	1	27874.71	27874.71	288.10 **
B	2	18547.81	9273.90	95.85 **
C	3	235.87	78.62	0.81 ns
AxB	2	2998.80	1499.40	15.50 **
AxC	3	4222.52	1407.51	14.55 **
BxC	6	1698.51	283.09	2.93 *
AxBxC	6	254.75	42.46	0.44 ns
ERROR	69	6676.15	96.76	
TOTAL	95	62695.15		

CV. = 10.50 %

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อนและลมในที่ร่ม ในระหว่างการเก็บรักษา

SOURCE	df	SS	MS	F
Replication	3	545.03	181.68	4.24 **
Treatment	23	19662.35	854.88	19.94 **
A	1	17369.87	17369.87	405.10 **
B	2	254.33	127.16	2.97 ns
C	3	622.39	207.46	4.84 **
AxB	2	119.22	59.61	1.39 ns
AxC	3	61.89	20.63	0.48 ns
BxC	6	257.09	42.85	1.00 ns
AxBxC	6	977.57	162.93	3.80 **
ERROR	69	2958.63	42.88	
TOTAL	95	23166.01		

CV. = 4.01 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล : นายบุญสม พรหมสุวรรณ์

เกิดเมื่อ : วันที่ 23 เมษายน พ.ศ. 2517

สถานที่เกิด : 35 หมู่ 4 ต.คลองขุด อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา

ที่อยู่ปัจจุบัน : 35 หมู่ 4 ต.คลองขุด อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา 24140

การศึกษา :

- ระดับประถมศึกษา โรงเรียนวัดลาดบัว ต.คลองขุด อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา
- ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวิทยาราษฎร์รังสรรค์ อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา
- ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา
- ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาเอก เกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏฉะเชิงเทรา
- ศึกษาระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขา พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้